

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra hydromechaniky a hydraulických zařízení

## **Hydraulický pohon sklápění zásobníku**

## **Hydraulic Drive of Tilting Reservoir**

Student:

Marek Hromádka

Vedoucí bakalářské práce:

Dr. Ing. Miroslav Bova

Ostrava 2014

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra hydromechaniky a hydraulických zařízení

## Zadání bakalářské práce

Student: **Marek Hromádka**  
Studijní program: B2341 Strojírenství  
Studijní obor: 2302R007 Hydraulické a pneumatické stroje a zařízení  
Téma: **Hydraulický pohon sklápění zásobníku**  
**Hydraulic Drive of Tilting Reservoir**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární rešerši k dané problematice.
2. Proved'te potřebné hydraulikářské a silové výpočty.
3. Navrhněte hydraulické schéma včetně specifikace prvků a zadání pro navazující profese.
4. Nakreslete výrobní dokumentaci hydraulického válce.
5. Vypracujte návod na obsluhu a údržbu navrhovaného zařízení.

Seznam doporučené odborné literatury:


Sivák, V. *Projektování hydraulických systémů*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava. 1990, 331 s.  
Projekční podklady firmy Interfluid  
Pivoňka, J. a kol.: *Tekutiny mechanizmy*. Praha: SNTL Praha 1987, 623 s.  
Podklady firem vyrábějících automobilové příslušenství.  
Kolektiv autorů: *Projektování a konstrukce hydraulických zařízení*. Lohr am Main: Mannesmann Rexroth, 1988.


Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Dr. Ing. Miroslav Bova**

Datum zadání: 13.12.2013  
Datum odevzdání: 19.05.2014



  
doc. Dr. Ing. Lumír Hružík  
vedoucí katedry

  
doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty

**Prohlášení studenta**

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod  
vedoucím bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 14.05.2014

Marek Honzík

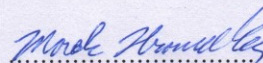
podpis studenta



Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména §35 - užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 - školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB - TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3)
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB - TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním centru VŠB - TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB - TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo - bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohou jen se souhlasem VŠB - TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB - TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledky její obhajoby.

V Ostravě: 14.05.2014 .....



podpis

Jméno a příjmení autora: Marek Hromádka

Adresa trvalého pobytu autora práce: Stolarská 551/6, Ludgeřovice

### **Poděkování**

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Dr. Ing. Miroslavu Bovovi za jeho trpělivost, čas a ochotu poskytnout mi cenné rady a připomínky v celém průběhu vypracování bakalářské práce.

## **ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

HROMÁDKA, M.: Hydraulický pohon sklápění zásobníku. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra hydromechaniky a hydraulických zařízení, 2014, 50s. Bakalářská práce, vedoucí práce: Dr. Ing. Bova Miroslav

V bakalářské práci je řešen hydraulický pohon sklápění zásobníku. V úvodní části je popsáno členění a kategorizace zásobníku, možnosti jeho vyprazdňování s navrženými způsoby uložení hydraulického pohonu. Pro řešení byla vybrána jedna z navrhovaných variant a ta je rozpracována do návrhu projektu s potřebnými prvky a výpočty.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Hydraulický pohon, kontejner, sklápěcí mechanismus, hydraulický tlak, hydraulický válec.

## **ANNOTATION OF MASTER THESIS**

HROMÁDKA, M: The hydraulic drive of tilting of the container. Ostrava: VŠB – The Technical University of Ostrava; Faculty of engineering Department of Hydromechanics and Hydraulic devices, 2014, 50 s. Master Thesis; Thesis manager Dr. Ing. Bova Miroslav. In this master thesis is solved the hydraulic drive of tilting of the container. In the preamble is described the segmentation and the categorization of the container, the possibilities of their discharge with suggested ways of placing of the hydraulic drive. For the solution has been chosen one of the suggested variations and this one is worked out to the suggestion of the project with required elements and calculations..

## **KEY WORDS:**

Hydraulic drive; container; tilting mechanism; hydraulic pressure; hydraulic roller

# Obsah

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	- 10 -
1. ÚVOD	- 13 -
2. HISTORIE VZNIKU DOPRAVY	- 14 -
2.1 Pozemní přepravní prostředky v kontinuitě času	- 15 -
3. TŘÍDĚNÍ PŘEPRAVNÍCH OBALŮ	- 18 -
3.1 Fixace materiálu	- 18 -
3.2 Druhy fixace	- 19 -
4. PŘEPRAVNÍ VLIVY	- 19 -
4.1 Dělení vlivů	- 19 -
4.2 Přepravní manipulace	- 20 -
5. VOLBA DOPRAVNÍHO PROSTŘEDKU	- 20 -
5.1 Výběr silničních nákladních vozidel	- 20 -
5.2 Způsobilost zboží k přepravě	- 20 -
5.3 Možnosti ložení zboží	- 21 -
5.4 Volba základního způsobu uložení zboží:	- 21 -
6. PALETIZACE	- 21 -
6.1 Palety dělíme podle	- 21 -
6.2 Základní dělení	- 22 -
7. KONTEJNERY A KONTEJNERIZACE	- 23 -
7.1 Co považujeme za kontejner?	- 23 -
7.1.1 Co je to kontejner?	- 23 -
7.2 Co je to kontejnerizace?	- 23 -
7.2.1 Kontejnery	- 25 -
7.2.2 Rozdělení kontejnerů	- 25 -
7.2.3 Přeprava a manipulace s kontejnery	- 25 -
7.3 Přeprava v kontejnerech	- 28 -
7.3.1 Vztahy mezi materiálem a manipulačním prostředkem a ostatním vybavením manipulačních ploch	- 28 -
7.4 Krytí kontejnerů	- 29 -
8. SPECIFIKACE VOLBY ZADANÉHO KONTEJNERU	- 30 -
8.1 Materiál pro výrobu kontejneru	- 30 -
8.2 Klasifikace kusových materiálů pro daný kontejner	- 30 -
8.3 Naplňování kontejneru	- 31 -
	- 7 -

8.4 Požadované manipulační polohy	- 32 -
8.5. Možnosti vyklápění kontejneru	- 32 -
8.5.1 Vyklápění kontejneru	- 33 -
9. VÝSLEDNÉ ŘEŠENÍ OVLÁDÁNÍ KONTEJNERU	- 36 -
10. TECHNICKÉ PARAMETRY KONTEJNERU	- 36 -
10.1 Rozměry:	- 36 -
10.2 Materiál kontejneru	- 36 -
10.3 Manipulační možnosti	- 36 -
10.4 Povrchová úprava	- 37 -
10.5 Krytí kontejneru	- 37 -
11. USTAVENÍ KONTEJNERU	- 37 -
11.1 Návrh osy vyklápění	- 37 -
11.2 Návrh umístění zdvižného hydraulického válce	- 38 -
12. NÁVRH A VÝPOČET HYDRAULICKÉHO POHONU	- 39 -
12.1 Výpočet síly působící na válec	- 39 -
12.2 Výpočet rychlosti	- 41 -
12.3 Výpočet $F_{kr}$	- 41 -
12.4 Průměr pístnice	- 41 -
12.5 Průměr pístu	- 41 -
12.6 Tloušťka stěny a dna válce	- 42 -
12.7 Kontrola na vzpěr	- 42 -
12.8 Výpočet pracovního tlaku pro $F_1$ a $F_2$	- 43 -
12.9 Návrh hydrogenerátoru	- 43 -
12.10 Návrh potrubního systému	- 43 -
12.11 Tlakové ztráty systému	- 44 -
12.12 Návrh nádrže	- 46 -
12.13 Potřebný výkon na hydrogenerátoru	- 46 -
12.14 Potřebný výkon na elektromotoru	- 46 -
12.15 Použité prvky	- 46 -
13. DOPORUČENÍ PRO NAVAZUJÍCÍ PROFESE	- 47 -
13.1 Výroba hydromotoru	- 47 -
13.2 Svářečské práce	- 48 -
13.3 Zámečnické práce	- 48 -
13.4 Elektrikářské práce	- 49 -
13.5 Hydraulikářské práce	- 49 -
	- 8 -



13.6 Povrchová úprava	- 49 -
14. NÁVOD NA MONTÁŽ, ÚDRŽBU A OBSLUHU DANÉHO ZAŘÍZENÍ	- 49 -
14.1 Údržba	- 49 -
14.2 Obsluha	- 50 -
15. ZÁVĚR	- 51 -
16. POUŽITÁ LITERATURA	- 52 -
SEZNAM PŘÍLOH	- 54 -

## Seznam použitých zkratk a symbolů

<b>Značka</b>	<b>Název</b>	<b>Jednotka</b>
D	Průměr pístu	mm <sup>2</sup>
E	Modul pružnosti v tahu	MPa
F	Síla	N
F <sub>kr</sub>	Kritická síla	N
F <sub>1</sub>	Síla pro výsuv	N
F <sub>2</sub>	Síla pro zásun	N
G	Gravitační síla	N
J	Plošný moment setrvačnosti pro kruhový průřez	mm <sup>4</sup>
K	Bezpečnostní koeficient	-
P <sub>hg</sub>	Potřebný výkon hydrogenerátoru	W
P <sub>el</sub>	Potřebný výkon elektromotoru	W
Q	Průtok	dm <sup>3</sup> .min <sup>-1</sup>
Q <sub>G</sub>	Objemový průtok	dm <sup>3</sup> .min <sup>-1</sup>
Q <sub>hmax</sub>	Maximální průtok hydrogenerátoru	dm <sup>3</sup> .min <sup>-1</sup>
Q <sub>sk</sub>	Skutečný objemový průtok	dm <sup>3</sup> .min <sup>-1</sup>
Re	Reynoldsovo číslo	-
S <sub>d</sub>	Síla stěny dna válce	mm
S <sub>m</sub>	Plocha mezikruží	mm <sup>2</sup>
S <sub>o</sub>	Plocha odpadního potrubí	mm <sup>2</sup>
S <sub>pt</sub>	Plocha tlakového potrubí	mm <sup>2</sup>
S <sub>st</sub>	Síla stěny válce	mm
S <sub>1</sub>	Plocha pístu	mm <sup>2</sup>
S <sub>1sk</sub>	Skutečná plocha pístu	mm <sup>2</sup>
S <sub>2sk</sub>	Skutečná plocha pístnice	mm <sup>2</sup>
V	Objem	dm <sup>3</sup>
V <sub>g</sub>	Geometrický objem	dm <sup>3</sup>
d	Průměr pístnice	mm
d <sub>h</sub>	Průměr tlakové hadice	mm
d <sub>o</sub>	Průměr odpadního potrubí	mm
d <sub>p</sub>	Průměr tlakového potrubí	mm
g	Tíhové zrychlení	m.s <sup>-2</sup>

$i$	Poloměr setrvačnosti	m
$l$	Maximální pracovní zdvih hydromotoru	mm
$l_o$	Redukovaná délka	mm
$l_1$	Kolmá vzdálenost pístnice k ose otáčení	mm
$l_2$	Vzdálenost působící síly „G“ k ose otáčení	mm
$m$	Hmotnost	kg
$n$	Otáčky	$\text{min}^{-1}$
$p$	Tlak	Pa
$p_c$	Celkový požadovaný tlak v systému	MPa
$p_{F1}$	Tlak pro sílu $F_1$	MPa
$p_{F2}$	Tlak pro sílu $F_2$	MPa
$\Delta p_z$	Celková tlaková ztráta systému	MPa
$\Delta p_{zbv}$	Tlaková ztráta brzdného ventilu	MPa
$\Delta p_{zdp}$	Tlaková ztráta děliče průtoku	MPa
$\Delta p_{zf}$	Tlaková ztráta filtru	MPa
$\Delta p_{zh}$	Celková tlaková ztráta v hadici	MPa
$\Delta p_{zh1}$	Tlaková ztráta v hadici 1	MPa
$\Delta p_{zh2}$	Tlaková ztráta v hadici 2	MPa
$\Delta p_{zjv}$	Tlaková ztráta jednosměrného ventilu	MPa
$\Delta p_{zp}$	Celková tlaková ztráta v potrubí	MPa
$\Delta p_{zp1}$	Tlaková ztráta v potrubí 1	MPa
$\Delta p_{zp2}$	Tlaková ztráta v potrubí 2	MPa
$\Delta p_{zr}$	Tlaková ztráta rozvaděče	MPa
$\Delta p_{zsv}$	Tlaková ztráta škrtkového ventilu	MPa
$v_h$	Volená rychlost v hadicích	$\text{m.s}^{-1}$
$v_o$	Volená rychlost v odpadním potrubí	$\text{m.s}^{-1}$
$v_t$	Volená rychlost v tlakovém potrubí	$\text{m.s}^{-1}$
$v_{skh}$	Rychlost kapaliny v hadici	$\text{m.s}^{-1}$
$v_{skp}$	Skutečná rychlost kapaliny v tlakovém potrubí	$\text{m.s}^{-1}$
$v_1$	Vysouvací rychlost	$\text{m.s}^{-1}$
$v_2$	Zasouvací rychlost	$\text{m.s}^{-1}$
$v_{1sk}$	Skutečná rychlost pro výsun	$\text{m.s}^{-1}$
$v_{2sk}$	Skutečná rychlost pro zásun	$\text{m.s}^{-1}$

$\beta$	Součinitel závislý na uložení	-
$\eta_{m,p}$	Účinnost mechanicko- tlaková	%
$\lambda$	Součinitel tření	-
$\lambda_m$	Mezní štíhlost	-
$\lambda_s$	Štíhlostní poměr	-
$\nu$	Kinetická viskozita	$\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$
$\pi$	Ludolfovo číslo	-
$\rho$	Hustota	$\text{Kg} \cdot \text{m}^{-3}$
$\sigma_{\text{Dov}}$	Dovolené normálové napětí	MPa
$\sigma_{\text{pt}}$	Normálové napětí pístní tyče	MPa
$\sigma_u$	Normálové napětí na mezi úměrnosti materiálu pístnice	MPa

# 1. Úvod

Úkolem bakalářské práce je vytvořit návrh hydraulického pohonu pro sklápění kontejnerového zásobníku. Tento pohon byl zvolen z důvodu jednoduché zástavby malých rozměrů agregátu, nutných k vytvoření potřebné síly schopné manipulace s kontejnerem.

Kontejnery ve svých nejrozličnějších podobách slouží k přepravě, skladování, uchovávání nejrozličnějšího materiálu a věcí. Jejich různorodost a zároveň unifikovanost základních konstrukčních prvků umožňuje využití jednotlivých manipulačních mechanismů umístěných na různých přepravních a manipulačních zařízeních, nezávisle na charakterovém určení kontejneru.

Hydraulické pohony se v dnešní době hojně uplatňují v nejrozličnějších odvětvích a nahrazují dosud používané převody a pohony pomocí ozubených kol, řetězů a řemenů. Jejich nespornou výhodou je možnost snadného rozvodu energie i do špatně přístupných míst strojů a zařízení. Umožňují dosažení velkých silových převodů jednoduchými prostředky s nízkou hmotností a malými rozměry. A tuto silovou energii dopravovat i na velkou vzdálenost.

V úvodu se zabývám historií přepravy materiálu, jejího postupného nárůstu a nutnosti vytvořit unifikovaný přepravní systém pro manipulaci s nejrozličnějším materiálem, členěním a kategorizací jednotlivých typů kontejnerů podle způsobu a účelu použití, jejich přepravou a manipulací, vzájemným zhodnocením možných druhů manipulačních mechanismů pro zadaný kontejner, jejich vzájemné porovnání.

Následuje návrh konkrétního výklopného mechanismu zadaného kontejneru s volbou nejvhodnějšího konstrukčního řešení uložení hydraulických válců pro daný typ a užití kontejneru, potřebné výpočty nutné k správné funkci hydromotoru a jejich konstrukci.

## 2. Historie vzniku dopravy

Doprava je definována jako úmyslný pohyb (tzn. jízda, let, plavba) dopravních prostředků po dopravních cestách nebo činnost dopravních zařízení. Jejím výsledkem je pak přeprava, tzn. vlastní přemístění (přemísťování) osob a věcí. [1]

Přeprava věcí nás doprovází od pradávna. Jako první přepravní prostředek můžeme označit s trochou nadsázky nohy, a to jak lidské, tak i zvířecí. Kdysi si člověk podmanil určité zvířecí druhy podle kontinentálního dělení pro usnadnění své práce. Vyznačovala se však malým akčním rádiusem. Začal proto přirozeně využívat konfigurace krajiny, přírodních cest, což vedlo k vzniku vodní dopravy, která je považována jako nejstarší způsob přemísťování materiálů. Prvními prostředky byly primitivní dlabané kmeny, vory sloužící ve vodních tocích a jezerech. Vodní, následně též nazývána říční doprava se dále rozšířila na dopravu námořní, jenž byla důležitá především při osidlování jiných kontinentů. Na pevnině byla využívána jako jiný druh dopravy doprava pozemní, kdy prostředky pro přepravu byly zprvopočátku taženy lidmi a následně zvířaty. Již starověké národy zjistily, že těžké předměty se nejlépe dopravují vozy, a to tím snadněji, čím byla půda pod koly pevnější a hladší. K výstavbě silnic docházelo již v Číně, Indii, Persii a Babylónii. Nejdokonalejší síť silnic však vybudovalo římské impérium, jehož hlavní město Řím bylo spojeno dlážděnými silnicemi i se vzdálenými provinciemi. K dopravě na nich se používalo dvou, později i čtyřkolových vozů. S přibývajícím pokrokem našly uplatnění stroje využívající k pohonu parní energii, s jejíž pomocí se následně začala rychle rozvíjet konkurenční doprava železniční, silniční, letecká. Nejdříve bylo páry využito v lodní dopravě, poprvé to bylo na řece Hudson v USA, pak v Atlantickém oceánu. V roce 1825 následovala první veřejná dráha v Anglii na trati Stockton-Darlington. Železnice a parní stroje ovládly do konce 11. století veškerou nákladní dopravu. Na přelomu 19. a 20. století se začíná rychle šířit výbušný motor, využívaný nejprve silničními vozidly a později i letadly. Od první světové války se automobilová a letecká doprava stávají významnými konkurenty lodní i železniční dopravy. [1,4,10]

Doprava je nerozlučnou součástí činnosti člověka již od počátku existence lidstva a s postupujícím vývojem lidské společnosti v ní hraje stále významnější úlohu. Její produkce spočívá v přepravě zboží a osob. Její výroba a spotřeba probíhá současně. Bez dopravy by se nemohla realizovat výroba v průmyslu a v zemědělství a bez ní by nemohlo dojít k užití produktů vyrobených těmito odvětvími. Doprava je největší spotřebitel paliv; jedním z největších spotřebitelů elektrické energie, kovů, mazacích olejů, kaučuků a řady dalších materiálů. [4]



Je tedy přirozené začít a věnovat pozornost těm dopravním prostředkům, které nás obklopují a jsou součástí našeho denního života, to jsou prostředky pozemní. Avšak z našeho pohledu obyvatel střední Evropy, kterou uzavírá pás kopců, pohoří a vrchovin, bychom měli zachovat jistý nadhled a vnímat fakt, že skutečnou dopravu ovládající tento svět tvoří doprava námořní a teprve potom následují všechny ostatní. [2]

## 2.1 Pozemní přepravní prostředky v kontinuitě času

Lidé žijí na zemi mnoho let, po celou dobu byli nuceni pohybovat se z místa na místo, což mělo za následek nutnost přenášet různé věci sloužící k jejich osobním potřebám různým způsobem.

Jako nejzákladnější druh přepravy nám i dodnes slouží naše lidská síla, používána již více jak 3 milióny let. Náklady se přepravovaly na zádech, na hlavě, při kratších vzdálenostech bylo použito ze dřeva vydlabaných či vyrobených přepravních nádob, pro těžší věci se používalo tažení smykem, kde bylo již jako tažné síly použito zvíře, vyznačující se větší silou a vytrvalostí. [1,14]



Obrázek 1 a 2: Přepravní nádoba; tažení smykem

To však nestačilo, člověk začal převážet pro svou potřebu neustále větší množství věcí, což už i pro silnější zvířecí sílu při tažení smykem bylo neúnosné. Tak se stalo pro člověka prvním, přímo epochálním zdokonalením dopravy asi 3500let př.n.l. vynález kola. Vzhledem k tomu, že člověk do té doby kopíroval a čerpal přírodu a jen zdokonaloval to, co viděl kolem sebe, jednalo se o originální a geniální vynález. Z prvopočátku kola byla vyráběna jako plná, odřezávána z průměru velkých kmenů, postupem času středovou výplň nahradili loukotěmi a jako vnější ochrana obvodu byla použita ocelová obruba. Lehké dvoukolové vozy se používaly jak k ručnímu převozu, tak i k zapřažení za zvířecí, především koňskou sílu. Oproti tomu čtyřkolové vozy byly využívány v různých úpravách jako nákladní povozy pro přepravu tehdy mnohdy celého osobního majetku, sloužící jako dostavníky či osobní kočáry pro lidskou přepravu a taky pro tehdejší vedení válek jako bojové vozy. [ 14]

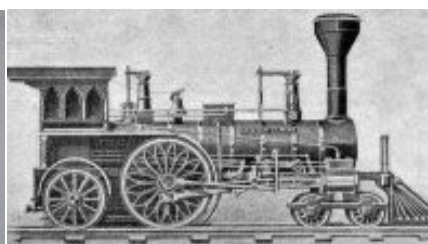


Obrázek 3, 4 a 5: Loukoťové kolo z 2tis. př.n.l. -muzeum Irák , Ruční dvoukolový vozík, Čtyřkolový povoz za koně.

S přibývajícím vzdáleností, nutností převozu stále objemově většího, kusově pestřejšího a početnějšího množství zboží i počínající technické revoluci s využitím parní síly se neustále více prosazovala železniční doprava. V prvopočátcích však rychlost přepravy nebyla závratná, pohybovala se okolo 6-10km/h, až s dalším vývojem a zdokonalením využití parní energie, zkvalitněním a zjednodušením konstrukce přinášela jak zrychlení přepravy osob na vzdálenější místa, tak i možnost dopravy na tehdejší dobu nebývale velkého množství zboží různé rozmanitosti. Zkrácení doby přepravy, kdy časové úseky činící tehdy měsíce, týdny, dny, byly najednou nahrazeny týdny, dny, hodinami. Začaly se vytvářet nové přepravní požadavky, vyrábět specifické transportní vagony, uvádět v činnost výkonnější tažné lokomotivy. Elektrifikace znamenala v roce 1879 výrobu první elektrické lokomotivy Wernera Siemens. I přes dřívější vynález spalovacího motoru se tento začne uplatňovat v železniční dopravě až roku 1913, kdy byla postavena první motorová lokomotiva firmou Borsig a Sulzer. [15]



Obrázek 6: Trewithickova lokomotiva 1804



Obrázek 7: Americká lokomotiva r. 1850



Nejrychlejší parní vlak na světě.  
V roce 1938 dosáhl rychlosti 202km/h. Což je přibližně o čtvrtinu více, než jezdí v současné době po našich kolejích rychlovlaky PENDOLINO[15]

Obrázek 8: Parní lokomotiva

K železnici se musel dopravovat jak materiál, tak i palivo. Nejen tyto důvody vedly k postupnému rozmachu automobilové techniky. Začínají se cíleně budovat cesty sloužící k zásobování výrobních továren. Počáteční loukoťová kola jsou nahrazena koly s ocelovými výplety a tvrdou gumou po obvodu.

První parní automobily měly značnou nevýhodu v samostatném parním pohonu. Pokud bylo ohniště vyhaslé, tak trvalo delší dobu, než se kotel roztopil a potom i přes stání vozu musela být voda udržována ve varu. I přesto se parní stroj udržel do první světové války.[17]



Obrázek 9 a 10: Parní válec Škoda PV145 a parní automobil Škoda Sentinel [17]

Tento hendikep odstranil až vynález jiného, než parního pohonu. V roce 1800 byl patentován vůz na stlačený vzduch Angličanem Medhursim, následován v roce 1807 vozem na pohon svítiplynem nebo vodíkem od Švýcara Isaac de Rivaze. Před těmito daty roku 1799 získal Philippe Lebon francouzský patent na motor spalující svítiplyn vyráběný suchou destilací dřeva. Největší zásluha na rozvoji automobilové dopravy je připisována německým mechanikům Gottlieb Daimler a Karl Benz, kteří nezávisle na sobě v roce 1855 nechali patentovat vozidlo poháněné petrolejovým či plynovým motorem, respektive vozidlo poháněné benzínovým motorem. Načež v roce 1897 sestrojil Christian Karl Diesel vysokotlaký spalovací motor se samočinným zážehem. Od této chvíle již nic nebránilo mohutnému rozvoji jak osobní, tak především nákladní dopravy díky stále dokonalejším a výkonnějším spalovacím motorům. Jejich výkony postupně rostly, konstrukce nákladních vozů dosahovala větších pevností a nosností. S různorodostí přepravovaného materiálu vznikaly i požadavky na různorodost přepravních ploch a nástaveb vozů. Docházelo k speciálním požadavkům na uložení a manipulaci s přepravovaným materiálem. Vznikem těchto následných specifikací vznikají speciální přepravní nádoby, kterým se začaly přizpůsobovat tvary nákladových ploch vozů. [14,15,16]



Obrázek 11 a 12: první nákladní automobil poháněný vznětovým motorem. Benz OB2 Hasičské vozy Scania  
histore- současnost [17]

S dopravou se rozvíjela i manipulace, obalová technika a hlavně přepravní nádoby, kdy již nestačí pouze obaly tvořené především papírovým materiálem, nebo dřevem, které mají omezené možnosti, ale bylo potřeba obaly a přepravní nádoby přizpůsobovat rozměrům, váze, strukturálnímu složení materiálu. [3,5]

### 3. Třídění přepravních obalů

Základní členění přepravních obalů vyráběných dle norem je provedeno podle konstrukčních forem určující základní tvar obalu.

Přepravní obaly je možno podle druhu a typu rozdělit:

- bedny - dřevěné, lepenkové, kovové, plastové
- bubny - lepenkové, kovové
- pytle - papírové, z tkanin, plastové
- konve - ocelové, plastové
- sudy - ocelové, plastové, dřevěné (s odnímatelným víkem, celistvé s ventilem)
- skleněné [3,8]

#### 3.1 Fixace materiálu

Fixace se provádí buď jednotlivých dílů či kusů přímo v obalu, nebo celistvých dílů přímo na převáženém vozidle. Volba závisí jak na povaze výrobku, tak na vlivech působících při přepravě. [8]

### 3.2 Druhy fixace

- pevná - výrobek(ky) jsou napevno spojeny s obalem a tvoří jednotný celek
- poddajná - výrobek je sice spojen s obalem v souvislý, nikoliv však pevný celek, ale umožňuje mu tzv. kontrolovaný pohyb.[8]
  - pružná - umožňuje částečný pohyb výrobku a jeho návrat do původní polohy, chrání výrobek proti nárazům a vibracím a je vhodný pro citlivé výrobky
  - nepružná - umožňuje částečný pohyb výrobku, avšak výrobek zůstává v té poloze vůči obalu, ve které byl v okamžiku, kdy na něj přestaly účinkovat síly, vhodný pro citlivé a nestejnorodé výrobky.
- kombinovaná - kombinace dvou předešlých
  - k prostoru obalu
  - k směru působení vnějších částic
  - k intenzitě vnějších sil
  - k charakteru výrobku [8]

## 4. Převážní vlivy

Zboží nestačí jen kvalitně vyrobit a zabalit, ale je také důležité v nezměněném stavu přepravit. Bezpečná přeprava zboží se tak stává součástí dodavatelsko- odběratelských vztahů. Vyřešit problém škod z přepravy znamená zvládnout celý komplex činností od volby vhodného přepravního prostředku, přes posouzení dopravních tras, po správné použití ložení a fixace zboží.

Zboží je během přepravy vystaveno vlivům, které mohou způsobit jeho poškození.[7]

### 4.1 Dělení vlivů

- vlivy mechanické - vznikají při jízdě dopravního prostředku, nebo při přepravních manipulacích a to přirozeným způsobem či vlivem člověka
- vlivy klimatické - ovlivňují ji hlavně přírodní vlivy, např. zmrznutí, přehřátí, zmoknutí, zvlhnutí, náhlé změny teploty
- vlivy vyplývající z vlastností zboží - křehkost, vznícení, tvarová různorodost, náchylnost na korozi

Schopnost zboží odolávat těmto vlivům přepravy se nazývá přirozená odolnost. Nemá-li přepravované zboží dostatek této odolnosti, musí být pro přepravu dostatečně zabaleno, naloženo a fixováno.[7]



## 4.2 Přepravní manipulace

Pod pojmem přepravní manipulace rozumíme především manipulace spojené s nakládkou, vykládkou a překládkou.

Velikost mechanického namáhání při manipulaci závisí především na:

- druhu technického zařízení pro manipulaci s materiálem, zbožím
- druh použitého přepravního obalu
- četnosti manipulace

Pro předcházení škod je nezbytné správně volit manipulační prostředky a zajistit co nejmenší četnost manipulace, jakožto řádně označovat jednotlivé kusy potřebnými manipulačními značkami. [5,8]

## 5. Volba dopravního prostředku

Při volbě čím a jak budeme náš materiál (výrobek) převážet, bychom měli mít na paměti tyto parametry:

- technické možnosti trasy (manipulace, propustnost, bezpečnostní charakter)
- vliv počasí a klimatických změn na přepravní trasu
- vlastnosti zboží
- množství materiálu a práce na manipulaci se zbožím
- požadavky státních, celních, mezinárodních úřadů [8,9]

### 5.1 Výběr silničních nákladních vozidel

Dopravce, který přistavuje nákladní vozidlo k nakládce, odpovídá za to, že:

- vozidlo je v řádném technickém stavu, a splňuje podmínky provozu na pozemních komunikacích
- vozidlo je vhodné pro zamýšlenou přepravu (únosnost, rozměry, atd.)
- vybavení vozidla odpovídá povaze zboží, které dopravce přepravuje
- po dobu přepravy budou funkční a v provozu zařízení ochraňující přepravované zboží
- vozidlo musí být řádně čisté a bez zbytků po předchozích přepravách.[8,9]

### 5.2 Způsobilost zboží k přepravě

Způsobilost zboží představuje jeho odolnost při přepravě. Sousedně s tím mluvíme i o úložnosti zboží, což představuje tvorbu zásilky s minimálními náklady.



Tyto dvě vlastnosti jde do určité míry ovlivnit spojením do ložních jednotek, zabalením, změnou tvaru či velikosti (lisováním, rozebráním výrobku na menší části), změnou vlastností (změna materiálu, změna konstrukce), dodatečnými úpravami.[8]

### 5.3 Možnosti ložení zboží

Zboží můžeme nakládat buď volně, nebo v tzv. ložných jednotkách. Ložné jednotky představují buď zboží z jednoho kusu, nebo bezpečně spojené předměty (palety, balíky, stohy, svitky apod.). Volně v dopravním prostředku ložíme hromadné substráty, nebo materiál nepodléhající poškození při tomto způsobu přepravy (zemina, stavební suť, ocelový odpad apod.) [6]

### 5.4 Volba základního způsobu uložení zboží:

Při rozhodování musíme vzít do úvahy především tyto aspekty:

- přirozené vlastnosti zboží
- množství a rozměry přepravovaného zboží
- technické parametry použitého dopravního prostředku
- technické údaje použité přepravní cesty
- druh a vlastnosti obalu použitého při přepravě zboží. [6]

## 6. Paletizace

Paletizace představuje nejrozšířenější způsob tvorby ukládání jednotlivých kusů materiálů a následnou tvorbu ložných jednotek. Při tomto je větší množství zboží uloženo na paletu a spojeno v jeden kompaktní celek. Takto přepravíme větší množství materiálu díky jednodušší manipulaci, možnosti vrstvení typizovaných palet na sebe a zároveň nám jednotlivé specifické palety slouží jako ochranný obal pro výrobky.

Základním prvkem paletové jednotky je přepravní paleta. [6]

### 6.1 Palety dělíme podle

- tvaru
- vybavení
- materiálu, z něhož jsou vyrobeny [6]

## 6.2 Základní dělení

- palety prosté - jednoduchá plošina, na kterou se usazuje balený či nebalený materiál
  - dřevěné
  - papírové
  - kovové
  - umělohmotné, umělohmotné s tvarováním a fixací pro sudy
- palety ohradové - tvoří ji plošina, která je tvořena ohradovou stěnou a taky může být vybavena víkem. Používají se hlavně pro přepravu drobných součástí, kde by bylo příliš nerentabilní balit jednotlivé kusy u zboží, u kterého to dovoluje jeho struktura a vlastnosti a u zboží u níž je nutná další ochrana před poškozením. A nebo u zboží, které je již baleno do větších manipulačních celků, ale ty není možno řádně dále spojovat a stabilizovat v převozní celky, tak aby bylo vyloučeno jejich možné následné poškození či rozsypaní.
  - dřevěné - pevné s víkem, skládací
  - kovové - s víkem, s bočními dvířky, drátěné, drátěné s euro paletou, kombinované s dřevěnou podlahou
  - plastové

Dále můžeme palety dělit podle druhu, ze kterého jsou vyrobeny, způsobu použití (výměnné, nevýměnné) a hlavně rozměrů, které se dnes již standardizovaly a přizpůsobily vozovému parku. Základní rozměr palety dnes činí 800x1200 mm jedná se o tzv. euro paletu. Mezi další nejčastější rozměry jednorázových palet lze zařadit 400x600mm, 600x800mm, 1000x1000mm, 1200x1000mm, 1100x1100mm. [6]



Obrázek 13: Kovový paletový box



Obrázek 14: paletový systém Carry  
balení



Obrázek 15 :KLT-paletové

## 7. Kontejnery a Kontejnerizace

Kontejnerizace je ve své podstatě realizací přímé koncepce dopravy bez překládky za použití kontejnerů jakožto hlavního zařízení. V polovině 20. století se tento způsob přepravy začal rozšiřovat a dnes tvoří většinovou přepravu všech možných materiálových složek. To má spojitost nejen se zvýšením počtu obyvatelstva, s rostoucím tempem industrializace, ale i s modernějšími dopravními prostředky a stále lepší logistikou, využití počítačové techniky.

Nepříznivým a také omezujícím faktorem použití kontejnerové přepravy jsou narůstající náklady. Proto se snaží firmy najít takové řešení, které by jim zabezpečovalo při narůstajících objemech dopravy snižování nákladů, což do jisté míry odstraňuje používání velkoobjemových kontejnerů a jejich hromadná přeprava. Ta se uskutečňuje především pomocí dopravy železniční, vodní, letecké a pro nás stěžejní silniční, která je v tuto chvíli pro nás směrodatná. [6,5]

### 7.1 Co považujeme za kontejner?

Za kontejner lze považovat nádobu, jejíž vnitřní prostor činí minimálně  $1\text{m}^3$ . A jedná se o speciální obal trvalého charakteru.

#### 7.1.1 Co je to kontejner?

**DEFINICE:** Kontejner je zařízení, nádoba, bedna, nádržka, cisterna, uzavřená či otevřená, uzamykatelná či neuzamykatelná, různého druhu, velikosti a stavby pro vícenásobné použití, určená k přemísťování zboží volně loženého nebaleného, nebo v jednotlivých obalech umožňující jejich přepravu bez přímých ložných manipulací jedním či několika druhy dopravních prostředků. Vyrobených speciálně pro snadnější přepravu zboží, opatřený úchytkami, manipulačními oky, dutinami, háky, umožňující ložné manipulace zejména v době překládky z jednoho na jiný dopravní prostředek a zároveň vyrobený takovým způsobem, aby bylo usnadněno jeho plnění a vyprazdňování.[5]

Kontejnery musí projít testy podle ISO norem, aby splnili stanovené podmínky odolnosti, trvanlivosti a těsnosti. [6,5 ]

### 7.2 Co je to kontejnerizace?

Kontejnerizace = manipulační systém, který jako základní jednotku používá kontejner, to znamená, přepravní a skladovací obal takového charakteru a životnosti, že ho lze opakovaně použít. Kontejner je vždy konstruován tak, aby maximálně vyloučil ložné operace a byl přizpůsoben mechanizované manipulaci.

Rozměry kontejneru jsou většinou dány požadavky přepravovaného materiálu. Jsou používány především typizované rozměry pro využití ložné plochy silničního vozidla.

Kontejnerizace jako manipulační systém se ve všech průmyslově vyspělých státech intenzivně rozvíjí. Hlavní význam zde hraje ekonomický výhodný druh dopravy, který kromě zrychlení ložných prací umožňuje i rychlejší oběh jak standardních, tak i speciálních kontejnerů. Kontejnery jsou většinou majetkem přepravních společností, které je svým klientům půjčují za úplatu.

V současné době se používají standardně 3 rozměry kontejnerů a to malé do nosnosti cca.5tun a obsahu do 3m<sup>3</sup>, střední určené především pro kusovou zásilku s nosností dle specifikace od 5 do 10tun a velké vyrábějícím v rozměrech dle specifikace ISO.[5]

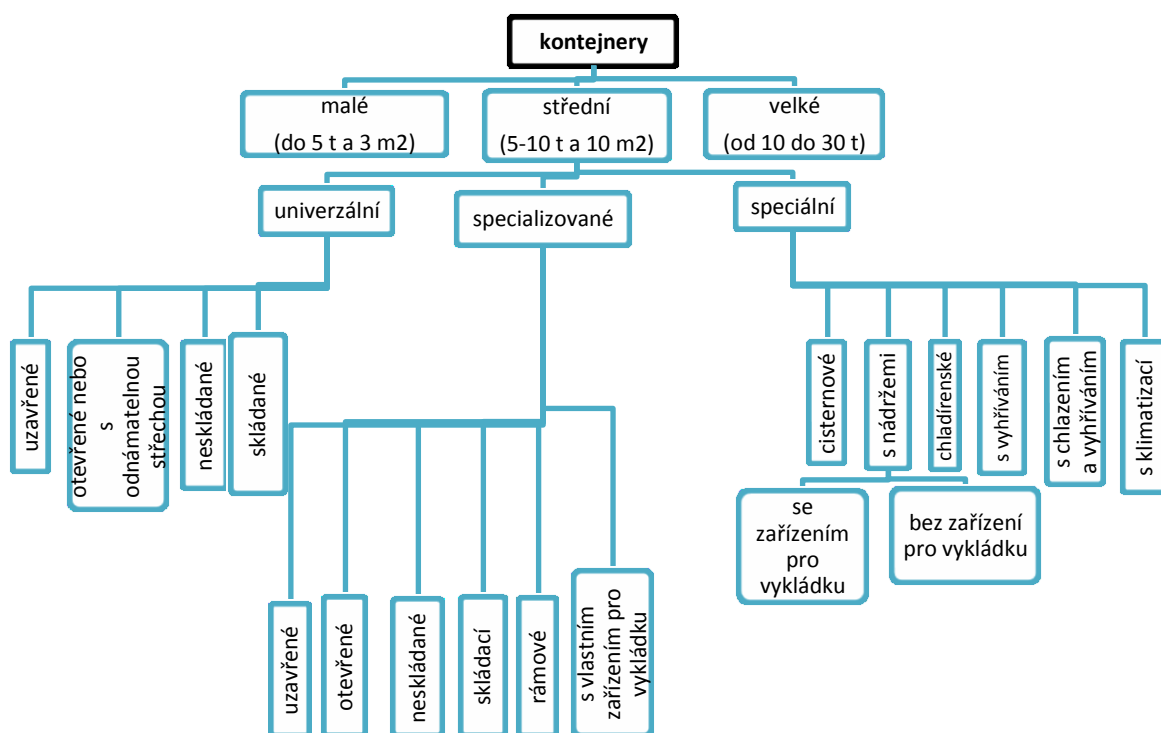


Schéma 1: členění kontejnerů



Obrázek 16, 17 a 18: cisternový kontejner, ložný kontejner, vanový kontejner

Pro naše zadání je nejvhodnější a dostačující volba malého kontejneru o nosnosti do 5 tun. Protože dle zadání bude kontejner sloužit jako zásobník drobného materiálu pro další zpracování, musíme se i zamyslet a zvolit způsob jakým budeme kontejner vyprazdňovat.

#### 7.2.1 Kontejnery

➤ mají několik funkcí:

- a) obalový prostředek
- b) prostředek pro mechanizovanou hromadnou manipulaci
- c) krátkodobý skladový prostředek
- d) prostředek zvyšující výkon přepravy zkrácením ložných operací
- e) obytné kontejnery, pohotovostní kanceláře, veřejná WC, sociální zázemí, atd..

➤ jsou typizovány:

- a) rozměrem
- b) uchycovacími prvky pro manipulaci a přepravu

#### 7.2.2 Rozdělení kontejnerů

##### 1) Podle použití

- a) přepravní skříně
- b) kontejnery pro vnější a mezinárodní přepravu
- c) kontejnery pro vnitropodnikovou přepravu

##### 2) Podle konstrukce

- a) plošinové
- b) vanové
- c) skříňové
- d) nádržkové
- e) měkké skládací
- f) speciální

#### 7.2.3 Přeprava a manipulace s kontejnery

➤ rozdělení prostředků pro přepravu a manipulaci je provedeno podle druhu kontejnerů

##### 1) Manipulace s přepravními skříněmi

- a) na delší vzdálenosti
  - nakladače na automobilech
  - automobily s hydraulickou rukou
  - automobily se zdvihacím zadním čelem

b) na kratší vzdálenosti

- po vlastních podvozcích za tahačem (pošty, vlaková nádraží, letiště, atd..)

## 2) Manipulace s ISO kontejnery

- vysokozdvížné vozíky
- portálové samojízdné jeřáby
- automobilové návěsy
- železniční a lodní doprava

## 3) Manipulace s kontejnery vnitropodnikovými

➤ zajišťujeme pomocí nosičů kontejnerů stavěných na:

- silničních automobilech
- terénních automobilech
- zemědělských strojích
- traktorových návěsech

Obecně jsou nazývány: AUTO-TRAKTOROVÉ KONTEJNEROVÉ SYSTÉMY

## 4) Rozdělení auto-traktorových kontejnerových systémů

- lanové systémy
- třmenový hydraulický systém
- dvojramenný hydraulický systém
- jednoramenný hydraulický systém



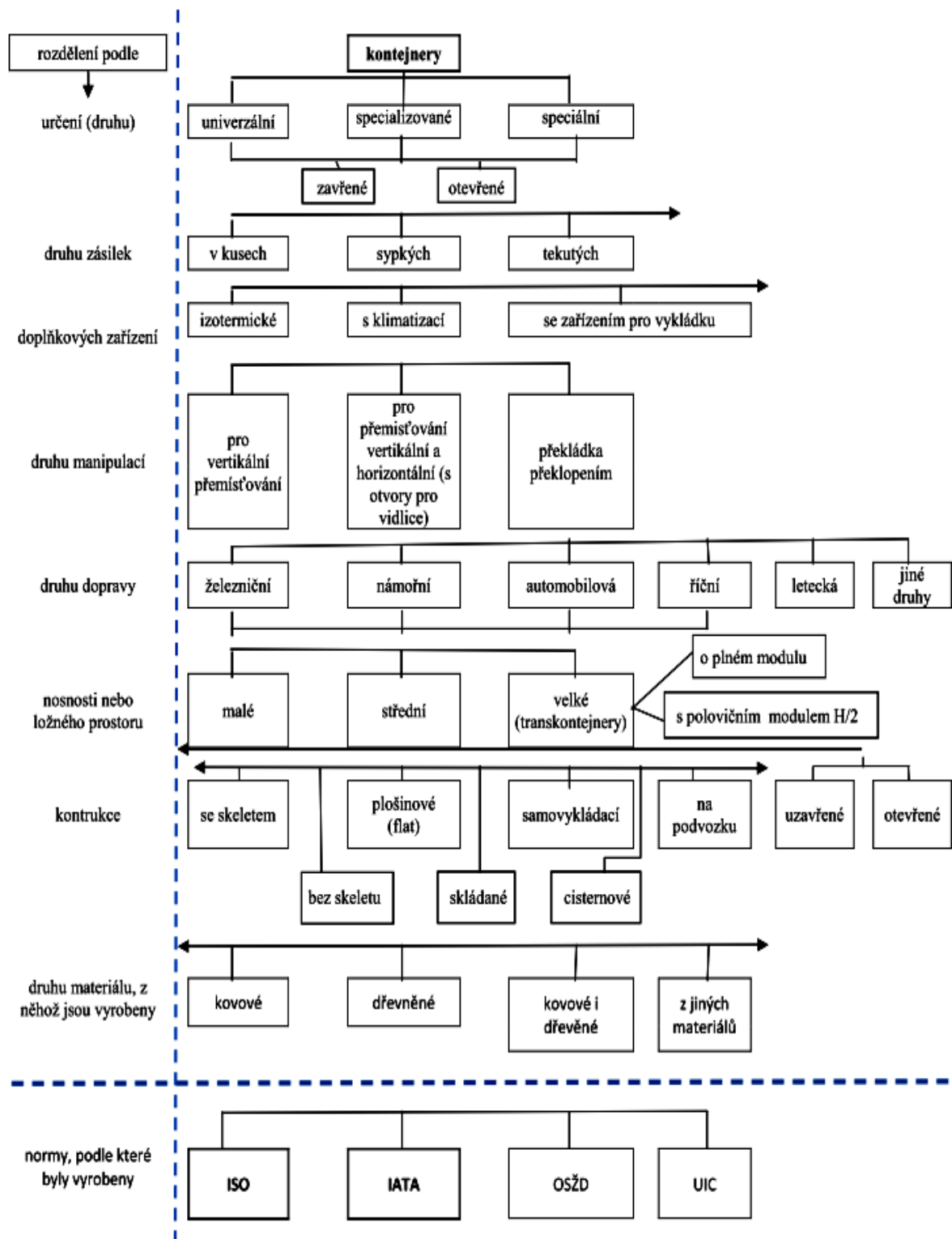


Schéma2: a rozdělení kontejnerů podle vnějších činitelů[5]

### 7.3 Přeprava v kontejnerech

Z hlediska ložení lze kontejner považovat za speciální přepravní obal, kde veškerá omezení přepravního ložení závisí na druhu přepravy. Při nakládce je nutné vzít v úvahu celkovou hmotnost kontejneru a k nákladu připočítat i samostatnou hmotnost kontejneru. Náklad musí být rovnoměrně rozdělen po celé ploše kontejneru, aby nedošlo k jeho jednostrannému přetížení.

V oblasti silniční přepravy, která nás nejvíce zajímá, má omezující charakter při přepravě hlavně :

- celková hmotnost vozidla
- rozměr vozidla i s nákladem
- celková hmotnost vozidla
- pohotovostní hmotnost
- hmotnost na nápravu
- užitečná hmotnost
- okamžitá hmotnost [8,6]



Obrázek 19 a 20: Vozy pro manipulaci s kontejnery

#### 7.3.1 Vztahy mezi materiálem a manipulačním prostředkem a ostatním vybavením manipulačních ploch

Největší vliv na volbu metod použitých při manipulaci má materiál, který máme přemísťovat. Z tohoto důvodu pro lepší usnadnění třídíme materiál do různých materiálových skupin z hlediska manipulačních schopností. Největší obtíže bývají s neskladnými jednotlivými kusy, které se musí i jako jednotlivé kusy přepravovat. Mnoho dalších materiálů lze přepravovat pomocí manipulačních jednotek, palet, kontejnerů, obalů.

Nejefektivnější a nejvhodnější je manipulace a přeprava volně loženého materiálu, který lze sypat do velkých přepravních kontejnerů, palet, vagónů, přepravovat pomocí

dopravníků a to bez rizika jejich poškození a přípravných úkonů, které prodlužují čas manipulace. Volně ložený materiál je představitelem snadno hromadně přepravitelných druhů materiálu. [6]

Třídění podle stavu materiálu.:

- tuhý
- kapalný
- plynný

Třídění podle přepravy a přípravy k přepravě:

- jednotlivé kusy (náš případ)
- manipulační jednotky (palety, kontejnery, obaly)
- volně ložený materiál

Při rozřďování materiálu do skupin se vychází ze znaků, které mají vliv na použití manipulace stejnou metodou. Jedná se o tzv. klasifikaci materiálu, což není nic jiného, než rozbor jednotlivých položek materiálu z hlediska nároků na manipulovatelnost stejnými metodami a prostředky. Výsledkem není jen rozřďení, ale i seskupení položek se stejnou manipulační metodou.

Hlavními znaky jsou:

- rozměry
- hmotnost
- tvar
- nebezpečí poškození (křehký, výbušný, korozivní apod.)
- stav (horký, lepkavý, mastný, špinavý)
- množství
- četnost časového horizontu (pravidelné dodávky, sezonní odběry, jednorázová objednávka)
- zvláštní předpisy dané normami [6]

## 7.4 Krytí kontejnerů

Krytí kontejnerů bez střešní části se provádí buďto plachtováním, kdy je zabráněno při správném použití a dostatečném utěsnění vniku vody a tím zabránění navlhnutí či zkorodování materiálu. Pro zběžné krytí především při přepravě odpadních hmot a materiálu, u kterých nám jsou lhostejné či zanedbatelné vlivy okolního prostředí, se používají tzv. síťové plachty. Tyto zabraňují pouze přepadnutí přepravovaného materiálu přes hranu kontejneru či manipulačního zásobníku, popř. i chrání před jeho zcizením. Ne však již před zmiňovanými přírodními vlivy.

## 8. Specifikace volby zadaného kontejneru

Námi určený kontejner spadá do specifikace malých kontejnerů s nosností do 5 tun. Jeho základní rozměry činí 2 metry na délku, 1,5 metru do šířky. Objem dosahuje velikosti 1,5 m<sup>3</sup> při výšce 0,5 m a 3m<sup>3</sup> při výšce 1m. Je určen jako základní zásobník pevného kusového materiálu pro další zpracování v třídícím a balícím stroji.

Od této prvotní a základní specifikace se odvíjí další vlastnosti kontejneru, které v konečné fázi určují materiál, z něhož bude vyroben, konečné rozměry pro dané použití, v neposlední řadě taky způsob plnění a manipulace s kontejnerem.

### 8.1 Materiál pro výrobu kontejneru

Jako materiál, z něhož bude kontejner vyroben lze zvolit:

- ocel
- slitiny kovů
- plast
- dřevo
- kompozitní materiály
- sklo, keramiku

Vzhledem k použití kontejneru, jehož obsahem bude v různých podobách drobné kusové železo, které po naložení je postupně vyklápěno na dopravníkový pás unášející daný materiál do třídící a balící linky a hmotnosti okolo 2 tun, je materiál pro výrobu pevně stanoven a to konkrétně ocelový.

### 8.2 Klasifikace kusových materiálů pro daný kontejner

Kontejner je určen jako zásobník pevného drobného kusového materiálu, sloužícího jako spojovací materiál při další výrobě. Jeden z návrhů pro členění kusového materiálu roztržiděného do skupin je vypracován např. firmou FEM (Federation Européenne de la Manutention).

Materiál je zde tříděn do jednotlivých osmi základních skupin, které mají své další podskupiny. Poněvadž je toto třídění značně obsáhlé, uvedeme si zde jen základní členění a na ukázkou jedno značení.

Hlavní skupiny:

1. Tvar přepravovaného materiálu
2. Roztržidění předmětu podle polohy při přepravě a stability přepravovaných kusů
3. Roztržidění podle hmotnosti přepravované dopravní jednotky
4. Roztržidění podle objemu přepravované jednotky

5. Druh přepravovaného materiálu, který přichází do styku s dopravníkem
6. Tvar dosedací plochy a jiné vlastnosti povrchu dopravovaných předmětů
7. Další vlastnosti dopravovaných předmětů
8. Citlivost dopravovaného kusového materiálu

Ukázka značení přepravovaného zboží.:

1.1.2-3.2-4.1.-5.1-6.2.1-7.1.2.-8.1.2-8.2.5 -> Válcový tvar, hmotnost 50-500g, objem do 10cm<sup>3</sup>, kov, dotyková plocha hladká jemně kluzná, korozivní, citlivost na pád a vlhkost.[6]

### 8.3 Naplňování kontejneru

K plnění vnitřního prostoru kontejneru může docházet různými způsoby. Při této volbě musíme vzít v úvahu několik okolností.

- rozměry kontejneru
- náročnost operace
  - hmotnost jednotlivého obsahu
  - manipulace s obsahem
  - počet operací na vložení
  - různorodost vkládaného materiálu
  - množství, které budeme vkládat do kontejneru
  - nutnost přesného třídění a ložení v prostoru kontejneru
  - vzdálenost od centrálního skladu
- přístupnost kontejneru
  - pouze pěší přístup
  - pěší přístup s možností ruční manipulační techniky (paletizační vozík)
  - použití malé motorizované manipulační techniky (nízko, vysoko zdvižný vozík)
  - možnost použití terénní, skladovací a manipulační techniky
  - bez omezení přístupu
- doba, za jakou je kontejner nutné znovu naplnit
- další okolnosti vyplývající z umístění celého zařízení

Do našeho kontejneru o objemu 1,5m<sup>3</sup> připadají v úvahu dvě možnosti ložení materiálu. Tyto jsou dány i konstrukcí kontejneru, který umožňuje vnitřními rozměry použití tzv. europalety jako nositele vstupního materiálu pro naplnění kontejneru.

➤ Ruční

Spojeno s větší pracností, ale naopak s možností rychlé změny vkládaného materiálu s možností použití ruční nebo malé motorizované manipulační techniky.

➤ Strojové

Kdy pomocí mechanizované manipulační techniky (vysokozdvížné vozíky, ukladače, zakladače, nakladače) bude plněn obsah kontejneru předem daným materiálem dle zakázkového listu a požadavku třídící a balicí linky.

## 8.4 Požadované manipulační polohy

Manipulační polohy, pro které budeme konstruovat mechanismus ovládání, a vyklápění kontejneru jsou dány jeho použitím.

Základní polohy kontejneru jsou dvě.

➤ Základní - nulová úroveň

Kdy se spodní hrana kontejneru dotýká pevné podlahové části, zajišťující stabilitu kontejneru i při jeho demontáži z výklopného mechanismu. V této poloze se provádí plnění kontejneru materiálem určeným ke zpracování, provádějí se opravárenské a údržbářské práce na výklopném či zpracovatelském mechanismu.

➤ Výklopná - horní úroveň

Kdy se kontejner nachází vyzdvižený do úrovně násypného hrdla a překlopený do polohy umožňující vysypání obsahu na dopravníkový pás zabezpečující dopravu do třídičky a baličky.

Tyto polohy nám nepostačují a pro dané zařízení je nutné mít takové ovládání vyklápění, umožňující zastavení kontejneru v mezipoloze.

➤ Mezipoloha

Tato poloha bude zajišťovat možnost zastavení a následné opětovné plynulé pokračování v přesunu z polohy základní do výklopné tak, aby nedošlo k nadměrně rychlému vyprázdnění kontejneru, což by zapříčinilo ucpání pásové násypky, poškození dopravníkového pásu, v neposlední řadě i vysypání materiálu mimo určené místo.

## 8.5. Možnosti vyklápění kontejneru

Zadaný kontejner patří mezi malé kontejnery, u kterých lze volit různé druhy vyklápění. Nám se nabízí několik možností. Tyto jsou ovlivněny jak použitím kontejneru, jeho celkovou nosností, obsahem kontejneru a jeho účelem. Tak i dalšími okolnostmi dohodnutými či určenými zákazníkem.



### 8.5.1 Vyklápění kontejneru

#### ➤ manuálně

Nepředpokládá žádné použití mechanizace. V našem případě připadají v úvahu dvě možnosti manipulace, a to buď ruční přemísťování materiálu z kontejneru umístěného na zemi, nebo ruční vyklopení pomocí dostupného zdvihacího zařízení např. vysokozdvižného vozíku či traktoru s manipulátorem. Možnost čistě ručního vyklopení bez jakékoliv strojní pomoci je nereálná z důvodu hmotnosti kontejneru jak prázdného tak naloženého.



**Obrázek 21, 22 a 23: Ruční vyklápěcí kontejnery. Vyklápění s možností obsluhy pomocí vysokozdvižného vozíku**

#### ➤ mechanicky

Zabezpečuje, že část práce je nahrazena prací mechanismu, lidská práce zde není úplně vyloučena, je doplněna mechanizačními prostředky, které ji usnadňují. V závislosti na jejím množství se může dělit na střední, malou, velkou či komplexní.

Jako mechanismus lze použít převody řetězové, řemenové, ozubené. Toto řešení pro nás není optimální. Pomocí těchto převodů dosáhneme požadovaných výsledků, ale nemáme zde možnost přesného zastavení v mezipoloze a následného plynulého rozjezdu. To je způsobeno prodlužováním a napínáním řetězců i řemenů a konkrétně u řemenů i možnost prokluzu na řemenici. Dále nutnost montáže doplňkové bezpečnostní brzdy, která by zajišťovala pevnou aretaci kontejneru při vypnutí mechanismu. Tento typ manipulace je hlučnější a musí být u něj prováděna průběžná kontrola, mazání, údržba. Taky není možno umístit mechanismus pohonné jednotky v libovolné vzdálenosti od kontejneru. Což by v případě požadavku na malý zástavbový prostor mohlo činit problémy.



Obrázek 24: mechanický otočný a výklopný systém

➤ jeřábovou technikou

Tato možnost vyžaduje dodatečné nemalé náklady spojené s pořízením a montáží jeřábu. Záleží na druhu, který si zvolíme. Zda bude dostačující sloupový, portálový, konzolový, mostový, nebo zvolíme automobilový. Vždy budeme potřebovat k tomuto způsobu vyklápění další pracovníky sloužící jako obsluha jeřábu (jeřábník) a manipulátora s vázacími či uchopovacími prostředky sloužícími k převrácení kontejneru (vazač). Tyto osoby podléhají pravidelnému školení podle státních norem a předpisů, což ještě navyšuje náklady na výrobu.



Obrázek 25, 26 a 27: Manipulační a jeřábová technika pro kontejnery

➤ automaticky

Představuje provádění manipulace s materiálem bez zásahů člověka

výhody: kvalita práce, konstantní rychlost bez nutnosti přerušení, bezpečnost (odstranění možnosti vzniku úrazu), operace bez nutnosti lidské manipulace

nevýhody:

je potřeba zajistit speciální údržbu, přívod energie, nemalé navýšení nákladů, ztráta pracovního místa, nelze tímto způsobem vyřešit jednu pracovní operaci zvlášť bez návaznosti na předchozí či následnou činnost.

➤ hydraulickým převodem

Tento způsob ovládání kontejneru se děje prostřednictvím hydraulické kapaliny jako média. Ovládání má značné výhody v jeho nenáročnosti, plynulosti a možnosti zastavení, následném rozjetí v jakékoliv poloze bez zpětného výkyvu.

#### výhody:

- klidný a tichý chod
- snadná změna směru pohybu
- snadná změna rychlosti pohybu
- aretace pohybu v libovolném místě
- jednoduchá obsluha, řízení a regulace
- jednoduché pojištění proti přetížení mechanismu
- snadný rozvod energie i k špatně přístupným, či vzdáleným místům
- možnost dosažení velkých silových účinků při malých rozměrech prvků
- jednoduchý převod rotačního pohybu na přímočarý a opačně
- jednoduchý způsob napojení do automatických cyklů pracovních strojů
- možná práce v nebezpečném prostředí

#### nevýhody:

- vhodnost spíše pro menší rychlosti
- citlivost na změnu teploty pracovní kapaliny
- nutnost zabudování pojistných ventilů
- nutnost zpětného odvodu kapaliny do nádrže
- choulostivost na nečistoty
- možný nepříznivý vliv na životní prostředí při úniku hydraulické kapaliny
- možnost vzniku požáru
- faktor ceny komponentů [11,12 ]



Obrázek 28, 29 a 30: Hydraulické mechanismy pro manipulaci s kontejnery

## 9. Výsledné řešení ovládání kontejneru

Jedním z důležitých specifíků pro rozhodování je, zda bude možno kontejner vyměňovat, nebo bude natrvalo umístěn před zařízením, na které bude potřebný obsah dostat.

V našem případě se jedná o kontejner umístěný natrvalo před zpracovatelským zařízením, který bude plněn požadovaným materiálovým sortimentem buď ručně, nebo v kombinaci pomocí malé manipulační techniky. Nejvhodnější manipulací z porovnání různých hledisek uvedených výše vyplývá ovládání pomocí hydraulického mechanismu, kde je upřednostněn tichý provoz, malé ovládací, řídicí a tlakové agregáty, jednoduchost obsluhy, čistota provozu, dosažení velkých sil pomocí malých agregátů, možnost řízení pomocí výpočetní techniky a nenutnost navýšení pracovních sil. Umožňuje nám zároveň soustředit hydrogenerátor s řídicí a ovládací technikou díky svým rozměrům do malého prostoru, který může být umístěn i mimo prostor s nacházejícím se kontejnerem a třídícím strojem.

## 10. Technické parametry kontejneru

### 10.1 Rozměry:

délka - 2000 mm

šířka - 1500 mm

výška - 500 mm

síla stěny - 3 mm

celková hmotnost kontejneru 2000 kg

### 10.2 Materiál kontejneru

Jako materiál pro výrobu kontejneru bude použita ocel třídy 11 373

### 10.3 Manipulační možnosti

Pro manipulaci bude kontejner vybaven záchytnými oky, sloužícími k převozu kontejneru do manipulačního prostoru pomocí zdvihací techniky. Tato oka budou zároveň sloužit jako nouzové úchyty, dojde-li k naprostému selhání ovládacího hydraulického mechanismu.

## 10.4 Povrchová úprava

Povrch kontejneru bude ošetřen základním nátěrem ve dvou vrstvách a konečnou krycí barvou modrého odstínu nanášenou ručně nebo stříkáním rovněž ve dvou vrstvách, neuvádí-li výrobce barvy jiný počet a způsob nanášení. Zvolenou barvu lze změnit podle přání zákazníka. Pro dokonalejší ochranu proti nepříznivým vlivům lze kontejner chránit pomocí zinkování a následného možného nanesení krycích nátěrů, které při takovéto ochraně již nejsou nezbytnou nutností.

## 10.5 Krytí kontejneru

Z důvodu umístění kontejneru ve výrobní hale není nutné vybavit navrhovaný kontejner horním krytím chránícím vnitřní prostor kontejneru.

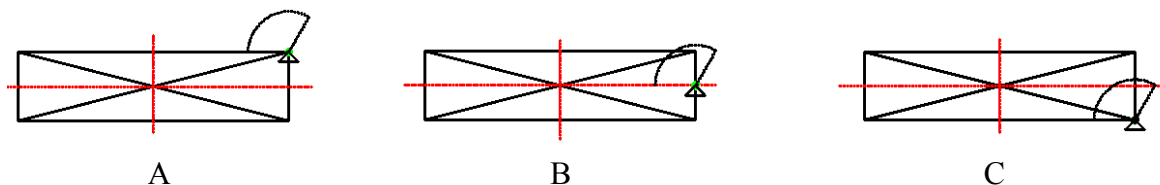
## 11. Ustavení kontejneru

Kontejner se nachází ve vnitřních prostorech haly. Je umístěn na rovné betonové podlaze v horizontální poloze. Situován bude před další zpracovatelské zařízení, na které bude obsah kontejneru vysypáván. K vysypávání kontejneru slouží speciální nosná konstrukce pevně kotvená k podlaze. Na přední část je uchycen kontejner pomocí otočných čepů, umístěných v ose překlápění. Zadní část je volně přístupná k manipulaci a nakládání kontejneru.

### 11.1 Návrh osy vyklápění

Nabízí se nám 3 možnosti umístění otočného čepu pro spojení s nosným rámem.

- Umístění na horní hraně kontejneru, souběžně s jeho šířkou (obr. 31-A)
- Umístění na přední části ve výšce 250mm, kolmo k vodorovné ose kontejneru (obr. 31-B)
- Umístění na spodní hraně kontejneru, souběžně s jeho šířkou (obr. 31-C)



Obrázek 31: Možnosti umístění čepu

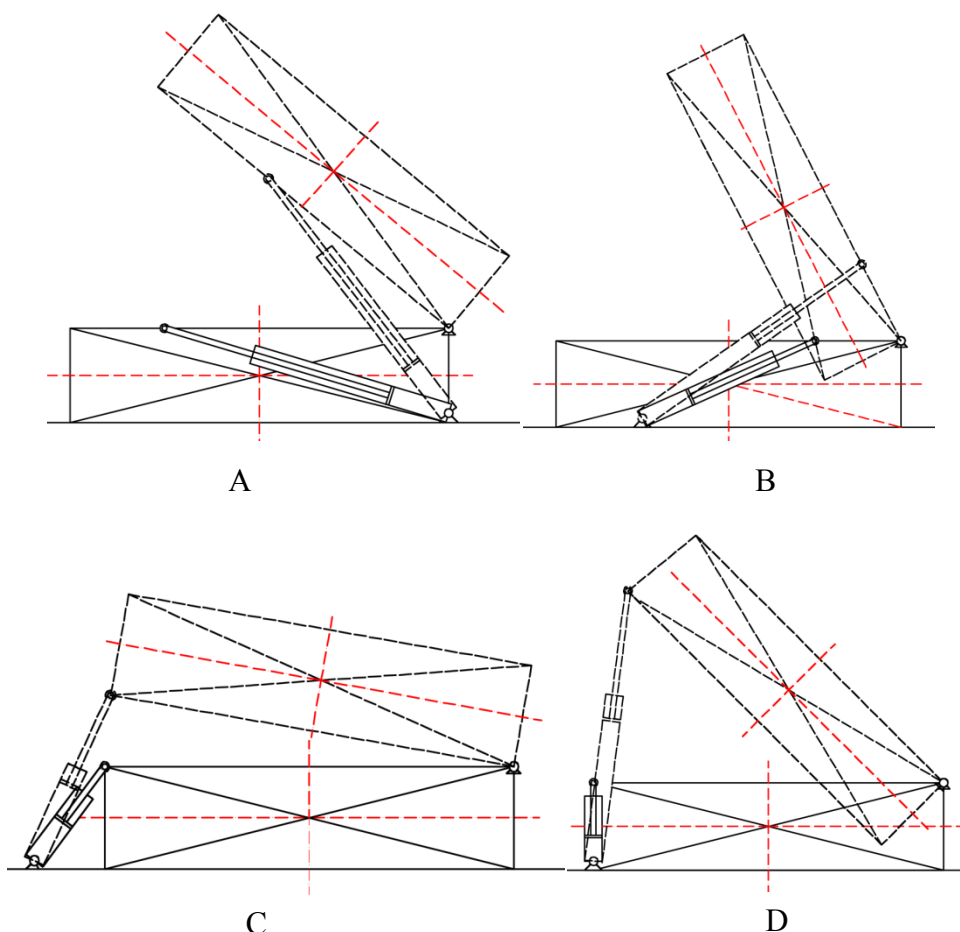
Vyklápění kontejneru je nutné zajistit ve zvýšené poloze, tak aby obsah byl plně vysypán. Obsah kontejneru bude následně dopravován pomocí přepravního pásu umístěného k přední hraně kontejneru na další zpracování. Vyprázdnění kontejneru se koná automaticky bez zásahu lidské síly, přepad obsahu mimo výklopnou plochu je zabezpečen

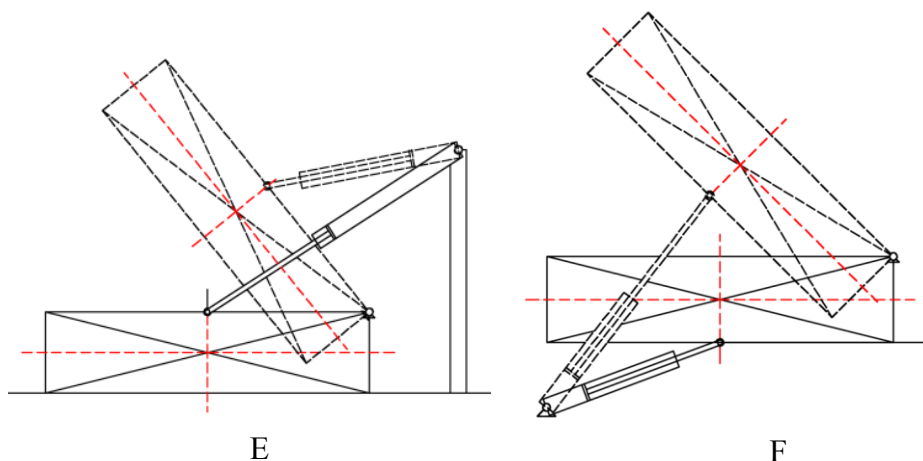
násypným ochranným trychtýřem. Z důvodu nutnosti zvednutí dna nad úroveň dopravního pásu a překlopení do úhlu  $130^\circ$  zajišťující vyprázdnění samospádem materiálu je nejvhodnější řešení na obr.31 umístění „A“, pro které budeme navrhovat hydraulický mechanismus určený k vyklápění kontejneru.

## 11.2 Návrh umístění zdvižného hydraulického válce

Při navrhování umístění hydraulického válce zhodnocuji tyto hlediska.

- náročnost výroby, jak hydraulického válce, tak montážních prvků na kontejneru
- vhodnost umístění hydraulického válce tak, aby nedocházelo k nadměrným zatěžovacím silám
- vhodné prostorové a dispoziční řešení
- snadná montáž a demontáž v případě výměny
- čistota prostředí prostoru umístění hydraulického válce, jeho možnost krytí proti případnému znečištění
- zamezení poškození prostřednictvím materiálu, který je obsahem pracovního prostoru kontejneru při jeho jakékoliv manipulaci a výklopné poloze
- bezpečnostní hledisko ochrany zaměstnanců pracujících v blízkosti manipulačního prostoru





Obrázek 32: Možné uložení hydraulického válce pro zdvih

Nejvhodnějším řešením je zvedání kontejneru výsunem hydraulického pístu umístěného na jeho bočních stranách. Pístní tyč je kotvená v horní části kontejneru tak, aby při maximálním úhlu vyklopení kontejneru nedocházelo k vzájemnému křížení s otočným čepem kontejneru. Hydraulický válec je kotven k zemi nebo nosné konstrukci.

Pro návrh výklopného mechanismu je nejvhodnější kombinace nakreslená na obrázcích pro osu otáčení kontejneru A, pro umístění hydraulického válce obrázek B, tedy A-B.

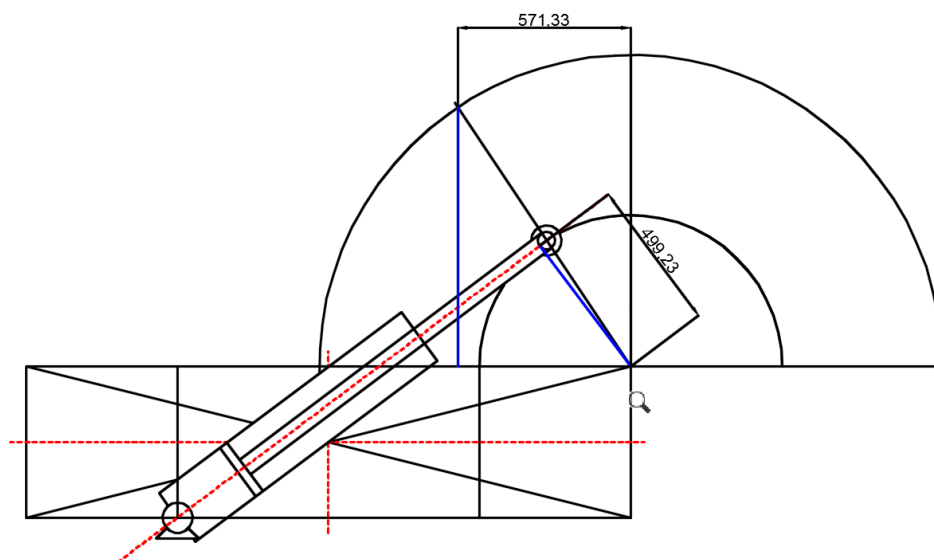
## 12. Návrh a výpočet hydraulického pohonu

### 12.1 Výpočet síly působící na válec

$$F \cdot l_1 = G \cdot l_2$$

$$F = \frac{G \cdot R}{l_1} = \frac{m \cdot g \cdot l_2}{l_1} \text{ [N]}$$

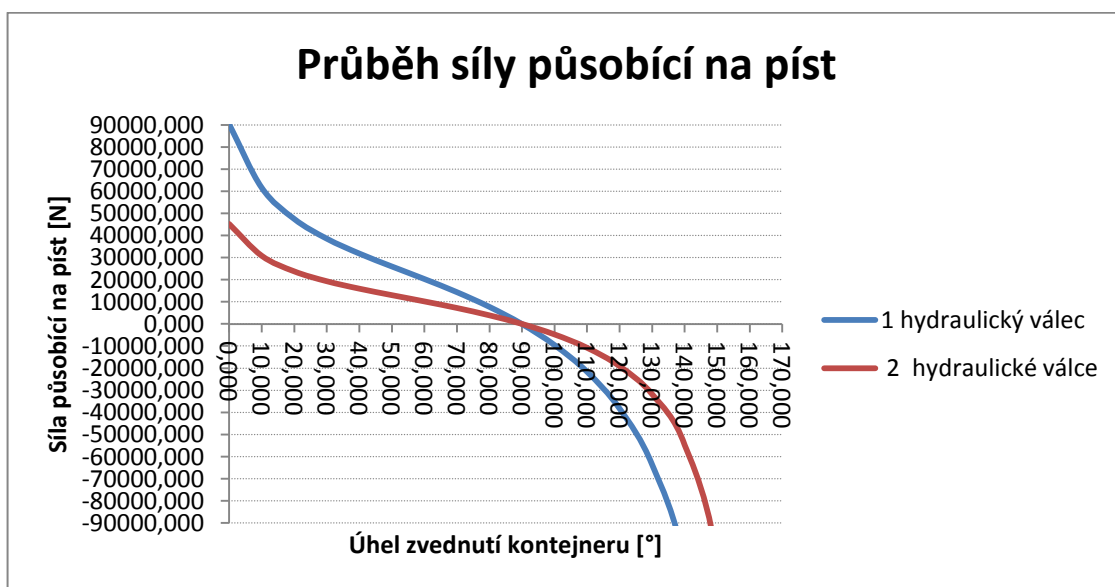
Změnu vzdálenosti “ $l_2$ ” síly “ $G$ ” od osy otáčení spočítáme pomocí goniometrických funkcí. Tento postup nelze použít při zjištění vzdálenosti “ $l_1$ ”, tato vzdálenost byla zjištěna mechanicky odečtem pomocí programu CAD.



Obrázek 2: Nákres výpočtu vzdálenosti "r"

Úhel zvednutí kontejneru		m(kg)	g(m.s <sup>-2</sup> )	r(m)	R(m)	F (N)	Použití 2 válců
DEG	RAD						F * 1/2 (N)
0,00	0,00	2000,00	9,81	0,22	1,03	90442,44	45221,22
10,00	0,17	2000,00	9,81	0,32	1,02	61691,82	30845,91
20,00	0,35	2000,00	9,81	0,40	0,97	47542,56	23771,28
30,00	0,52	2000,00	9,81	0,45	0,89	38617,00	19308,50
40,00	0,70	2000,00	9,81	0,49	0,79	31887,77	15943,89
50,00	0,87	2000,00	9,81	0,50	0,66	26039,36	13019,68
60,00	1,05	2000,00	9,81	0,50	0,52	20364,35	10182,17
70,00	1,22	2000,00	9,81	0,48	0,35	14413,63	7206,82
80,00	1,40	2000,00	9,81	0,45	0,18	7754,78	3877,39
90,00	1,57	2000,00	9,81	0,42	0,00	0,00	0,00
100,00	1,75	2000,00	9,81	0,37	-0,18	-9508,66	-4754,33
110,00	1,92	2000,00	9,81	0,32	-0,35	-21580,43	-10790,21
120,00	2,09	2000,00	9,81	0,26	-0,52	-38233,20	-19116,60
130,00	2,27	2000,00	9,81	0,20	-0,66	-63583,42	-31791,71
140,00	2,44	2000,00	9,81	0,14	-0,79	-109533,05	-54766,53
150,00	2,62	2000,00	9,81	0,08	-0,89	-229125,50	-114562,75
160,00	2,79	2000,00	9,81	0,01	-0,97	-1830846,51	-915423,25
170,00	2,97	2000,00	9,81	0,06	-1,02	-356736,30	-178368,15
180,00	3,14	2000,00	9,81	0,12	-1,03	-164127,85	-82063,92

Tabulka 1: Výpočty působící síly na píst



Tabulka 2: graf průběhu sil



Při zvedání kontejneru budou použité hydraulické válce na obou stranách. Výsledná síla bude tak poloviční. Největší síla je nutná k zvednutí kontejneru z horizontální polohy.

Síla pro výsun  $F_1 = 45221,2 \text{ N}$

Síla pro návrat  $F_2 = 31791,71 \text{ N}$

Hydraulický okruh bude navrhován jako otevřený pro tlak 16Mpa.

## 12.2 Výpočet rychlosti

Vysouvací rychlost  $v_1$  – pro plný zdvih za 30sek.

$$v_1 = \frac{l}{t} = \frac{2,024}{30} = 0,0675 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

zasouvací rychlost  $v_2$  - pro návrat do původní polohy.

$$v_2 = \frac{l}{t} = \frac{2,024}{20} = 0,101 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

## 12.3 Výpočet $F_{kr}$

Bezpečnostní koeficient 3

$$K = \frac{F_{kr}}{F_1} \Rightarrow K \cdot F_1 = F_{kr}$$

$$F_{kr} = 3 \cdot 45221,2 = 135663,6 \text{ N}$$

$$F_{kr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{l_o^2} \Rightarrow J = \frac{F_{kr} \cdot l_o^2}{\pi^2 \cdot E} = \frac{135663,6 \cdot 2,02416^2}{\pi^2 \cdot 2,1 \cdot 10^{11}} = 0,268 \cdot 10^{-6} \text{ mm}^4$$

## 12.4 Průměr pístnice

$$J = 0,268 \cdot 10^{-6} \text{ mm}^4$$

$$J = \frac{\pi \cdot d^4}{64} \Rightarrow d = \sqrt[4]{\frac{J \cdot 64}{\pi}} = 0,048 \text{ m} = 48,3 \text{ mm}$$

$d=50\text{mm}$

Minimální průměr pístnice volím 50 mm

Skutečná plocha pístnice

$$S_{2sk} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 50^2}{4} = 1963,5 \text{ mm}^2$$

## 12.5 Průměr pístu

$$v_1 \cdot S_1 = v_2 \cdot S_{2sk}$$

$$S_1 = \frac{v_2}{v_1} \cdot S_{2sk} = \frac{0,101}{0,0675} \cdot 1963,5 = 2937,98 \text{ mm}^2$$

$$S_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \Rightarrow D^2 = \frac{S_1 \cdot 4}{\pi} = \frac{2937,98 \cdot 4}{\pi} = 3740,75 \text{ mm}^2$$

$$D = \sqrt{3740,75} = 61,16 \text{ mm} = 80 \text{ mm}$$

Minimální průměr pístu volím 80mm.

Skutečná plocha pístu

$$S_{1sk} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{\pi \cdot 80^2}{4} = 5026,5 \text{ mm}^2$$

## 12.6 Tloušťka stěny a dna válce

Stěna válce

$$\sigma_{dov} = \frac{0,7 \cdot \sigma_{pt}}{\mu} = \frac{0,7 \cdot 500}{3} = 116,6 \text{ MPa}$$

$$s_{st} = \frac{p \cdot D}{2,3 \cdot \sigma_{dov} - p} = \frac{16 \cdot 0,08}{2,3 \cdot 116,6 - 16} = 0,00508 \text{ m} = 5,08 \text{ mm}$$

Sílu stěny volím 6mm.

Dno válce

$$s_d = 0,405 \cdot D \cdot \sqrt{\frac{p}{\sigma_{dov}}} = 0,405 \cdot 0,08 \cdot \sqrt{\frac{16}{116,6}} = 0,012 \text{ m} = 12 \text{ mm}$$

Síla dna volím 12 mm.

## 12.7 Kontrola na vzpěr

$$l = 2024 \text{ mm}$$

$$l_o = l,$$

$$i = \sqrt{\frac{\frac{\pi \cdot d^4}{64}}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}}} = \frac{d}{4}$$

Štíhlostní poměr

$$\lambda_s = \frac{l_o}{i} = \frac{l_o}{\frac{d}{4}} = \frac{4 \cdot 2024}{50} = 161,9$$

Mezní štíhlost

$$\lambda_m = \pi \cdot \sqrt{\beta} \cdot \sqrt{\frac{E}{\sigma_u}} = \pi \cdot \sqrt{1} \cdot \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^5}{260}} = 89,3$$

$$\lambda_s > \lambda_m$$

Kontrola podle Eulera

$$J = \frac{\pi \cdot d^4}{64} = \frac{\pi \cdot 50^4}{64} = 306796,2 \text{ N}$$

$$F_{kr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{l_o^2} = \frac{\pi^2 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 306796,2}{2024^2} = 155220 \text{ N}$$

$$F_1 < F_{kr} - \text{vyhovuje}$$

$$F_2 < F_{kr} - \text{vyhovuje}$$

## 12.8 Výpočet pracovního tlaku pro $F_1$ a $F_2$

$$p_{F1} = \frac{F_1}{S_{1sk} \cdot \eta_{m,p}} = \frac{45221,2}{5026,5 \cdot 0,95} = 8,55 \text{ MPa}$$

Plocha mezikruží

$$S_m = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = \frac{\pi \cdot (80^2 - 50^2)}{4} = 3063 \text{ mm}^2 = 0,00306 \text{ m}^2$$

$$p_{F2} = \frac{F_2}{S_m \cdot \eta_{m,p}} = \frac{31791}{3063 \cdot 0,95} = 10,92 \text{ MPa}$$

## 12.9 Návrh hydrogenerátoru

Objemový průtok

$$Q_G = S_1 \cdot v_1 = 0,00503 \cdot 0,0675 = 3,4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$Q_G = 20,37 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$$

Skutečný geometrický objem

Otáčky  $1450 \text{ min}^{-1}$

$$V_g = \frac{Q_G}{n} = \frac{20,37}{1450} = 0,014 \text{ dm}^3 = 14,05 \text{ cm}^3$$

Skutečný průtok

Zubový hydrogenerátor- Jihostroj T3-16 Vg –  $16,1 \text{ cm}^3 \cdot 1500 \text{ ot.min}^{-1}$  p- 26 Mpa

$$Q_{sk} = V_{gkat} \cdot n \cdot \eta_Q = 16,1 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{1450}{60} \cdot 0,95 = 3,7 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$Q_{sk} = 22,2 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$$

$$v_{1sk} = \frac{Q_{sk}}{S_{1sk}} = \frac{3,7 \cdot 10^{-4}}{0,00503} = 0,0736 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v_{2sk} = \frac{Q_{sk}}{S_{2sk}} = \frac{3,7 \cdot 10^{-4}}{\frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4}} = \frac{4 \cdot 3,7 \cdot 10^{-4}}{\pi \cdot (0,08^2 - 0,05^2)} = 0,12 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

## 12.10 Návrh potrubního systému

Tlakové potrubí

Rychlost v tlakovém potrubí  $v_t = 4,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

$$Q_{sk} = v_t \cdot S_{pt} = v_t \cdot \frac{\pi \cdot d_p^2}{4}$$

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{sk}}{\pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 3,7 \cdot 10^{-4}}{\pi \cdot 4,5}} = 0,01023 \text{ m}$$

$$d_p = 10,23 \text{ mm} = 10 \text{ mm}$$

Odpadní potrubí

Rychlost v odpadním potrubí  $v_o = 1,5 \text{ m.s}^{-1}$

$$Q_{sk} = v_o \cdot S_o = v \cdot \frac{\pi \cdot d_o}{4}$$

$$d_o = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{sk}}{\pi \cdot v_o}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 3,7 \cdot 10^{-4}}{\pi \cdot 1,5}} = 0,027 \text{ m}$$

$$d_o = 28 \text{ mm}$$

Hydraulické hadice

Hydraulické hadice budou sloužit k propojení hydraulických válců s tlakovým potrubím.

Proto volím stejnou rychlost  $v_h = 4,5 \text{ m.s}^{-1}$

$$d_h = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{sk}}{\pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 3,7 \cdot 10^{-4}}{\pi \cdot 4,5}} = 0,01023 \text{ m}$$

$$d_h = 10,23 \text{ mm} = 10 \text{ mm}$$

Hydraulická hadice – flexor 1SN R1AT  $d_h = 9,5 \text{ mm}$

## 12.11 Tlakové ztráty systému

Celková tlaková ztráta se vypočítá pomocí součtu ztrát z jednotlivých větví potrubního systému a prvků v hydraulickém okruhu. Ztráty vzniklé v ohybech a odpadním potrubí jsou zanedbatelné vzhledem k jejich počtu a délce.

Hydraulický olej - Slovnaft – HL 32

$$\nu = 33,2 \text{ mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\rho = 877 \text{ kg.m}^{-3}$$

Tlakové ztráty v hadicích

Pro délky 0,5m a 1m

$$v_{SKh} = \frac{4 \cdot Q_{sk}}{\pi \cdot d_{h1}^2} = \frac{4 \cdot 3,7 \cdot 10^{-4}}{\pi \cdot 0,0095^2} = 5,22 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$Re = \frac{v_{SKh} \cdot d}{\nu} = \frac{5,22 \cdot 0,0095}{33,2 \cdot 10^{-6}} = 1494$$

$1494 \leq 2320$  Laminární proudění

$$\lambda = \frac{80}{Re} = \frac{80}{1494} = 0,053$$

$$\Delta p_{zh1} = \lambda \cdot \frac{L}{d_h} \cdot \frac{v^2}{2} \cdot \rho = 0,053 \cdot \frac{0,5}{0,0095} \cdot \frac{5,22^2}{2} \cdot 877 = 0,033 \text{ MPa}$$

$$\Delta p_{zh2} = \lambda \cdot \frac{L}{d_h} \cdot \frac{v^2}{2} \cdot \rho = 0,053 \cdot \frac{1}{0,0095} \cdot \frac{5,22^2}{2} \cdot 877 = 0,067 \text{ MPa}$$

$$\Delta p_{zh} = 2 \cdot \Delta p_{zh1} + 2 \cdot \Delta p_{zh2} = 2 \cdot 0,033 + 2 \cdot 0,067 = 0,2 \text{ MPa}$$

Tlakové ztráty v potrubí

Potrubí se skládá ze čtyř větví o dvou délkách jednotného průměru 10 mm.

$$v_{SKP} = \frac{4 \cdot Q_{SK}}{\pi \cdot d_{p1}^2} = \frac{4 \cdot 3,7 \cdot 10^{-4}}{\pi \cdot 0,01^2} = 4,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$Re = \frac{v \cdot d}{\nu} = \frac{4,7 \cdot 0,01}{33,2 \cdot 10^{-6}} = 1420$$

1420 ≤ 2320 Laminární proudění

$$\Delta p_{zp1} = \lambda \cdot \frac{L}{d_p} \cdot \frac{v^2}{2} \cdot \rho = 0,053 \cdot \frac{1,5}{0,01} \cdot \frac{4,7^2}{2} \cdot 877 = 0,06 \text{ MPa}$$

$$\Delta p_{zp2} = \lambda \cdot \frac{L}{d_p} \cdot \frac{v^2}{2} \cdot \rho = 0,053 \cdot \frac{2,5}{0,01} \cdot \frac{4,7^2}{2} \cdot 877 = 0,1 \text{ MPa}$$

$$\Delta p_{zp} = 2 \cdot \Delta p_{zp1} + 2 \cdot \Delta p_{zp2} = 2 \cdot 0,06 + 2 \cdot 0,1 = 0,32 \text{ MPa}$$

Tlakové ztráty v jednotlivých prvcích

Filtr:  $\Delta p_{ZF} = 0,001 \text{ MPa}$

Jednosměrný ventil :  $\Delta p_{zjv} = 0,2 \text{ MPa}$

Škrťací ventil:  $\Delta p_{zsv} = 0,4 \text{ MPa}$

Rozvaděč 4/3:  $\Delta p_{Zr} = 0,125 \text{ MPa}$

Dělič průtoku:  $\Delta p_{zdp} = 0,75 \text{ MPa}$

Brzdňý ventil:  $\Delta p_{zbv} = 2 \cdot 0,08 = 0,16 \text{ MPa}$  [13,18,19,20,22]

Celková tlaková ztráta

$$\Delta p_z = \Delta p_{zh} + \Delta p_{zp} + \Delta p_{ZF} + \Delta p_{zjv} + \Delta p_{zsv} + \Delta p_{Zr} + \Delta p_{zdp} + \Delta p_{zbv}$$

$$\Delta p_z = 0,2 + 0,32 + 0,001 + 0,2 + 0,4 + 0,125 + 0,75 + 0,16$$

$$\Delta p_z = 2,156 \text{ MPa}$$

Kontrola na dodržení tlaku

$$p_c = 10,92 + 2,156 = 13,076 \text{ MPa}$$

$$13,076 \text{ MPa} < 16 \text{ MPa}$$

## 12.12 Návrh nádrže

Nádrž volíme většinou v rozmezí 3-5 násobku průtoku hydrogenerátoru

$$V = 3 \cdot Q_{hmax} = 3 \cdot 22,56 = 67,7 \text{ dm}^3$$

## 12.13 Potřebný výkon na hydrogenerátoru

$$P_{hg} = Q_{sk} \cdot p_c = 3,7 \cdot 10^{-4} \cdot 13,12 \cdot 10^6$$

$$P_{hg} = 4854,4 \text{ W}$$

## 12.14 Potřebný výkon na elektromotoru

$$P_{el} = \frac{P_{hg}}{\eta_c} = \frac{Q_{sk} \cdot p_c}{\eta_c} = \frac{3,7 \cdot 10^{-4} \cdot 13,12 \cdot 10^6}{0,9}$$

$$P_{el} = 5393,7 \text{ W} = 5,4 \text{ KW}$$

## 12.15 Použité prvky

Název: Hydrogenerátor

Typ: T3-16V

Výrobce: Jihostroj

Parametry: Q- 22,56dm<sup>3</sup>.min, p- 26MPa, Hmotnost – 3,1kg

Název: Nasávací filtr

Typ: AS025-01

Výrobce: Argo Hytos

Parametry: filtrce-100μm, Δp – 0,001MPa , váha 0,24Kg

Název: Jednosměrný ventil

Typ: MVR1-SP/51

Výrobce: Oleodynamica

Parametry: Q- 50dm<sup>3</sup>.min, p- 35MPa, Δp – 0,2 MPa, Hmotnost – 1,0kg

Název: Škrťací ventil

Typ: MERS-DI50

Výrobce: Oleodinamica

Parametry: Q- 50dm<sup>3</sup>.min, p- 35MPa, Δp – 0,4 MPa, Hmotnost – 1,3kg

Název: Hydraulický rozvaděč třípolohový čtyřcestný

Typ: DSE3-A26SA/10-D24

Výrobce: Hydroma

Parametry: Q- 40dm<sup>3</sup>.min, p- 35MPa, Δp – 0,125 MPa, Hmotnost – 2,0 kg

Název: Dělič průtoku

Typ: A-DRF16 1238-32B

Výrobce: Hydroma

Parametry: Q- 25-50dm<sup>3</sup>.min, p- 31,5MPa,  $\Delta p$  – 0,75 MPa, Hmotnost – 1,1kg

Název: Brzdový ventil

Typ: VBSO-DE-NN-38-35

Výrobce: Hydroma

Parametry: Q-40l.min, p- 21MPa,  $\Delta p$  – 0,08 MPa, Hmotnost – 0,80kg

Název: Elektromotor

Typ: ACA132 S-4

Výrobce: Motor- Gear

Parametry: Účinnost 86,6%, otáčky 1450min<sup>-1</sup>, Hmotnost – 41kg, 400V/50H

Název: Tlaková hadice

Typ: Flexor 1SNR1AT

Výrobce: Gumex

Parametry: p- 18MPa, Hmotnost – 0,301kg/m, poruchový tlak p- 72MPa

Název: Pojistný ventil

Typ: VSC-30-N-38-35

Výrobce: Hydroma

Parametry: Q-30l/min, p- 10-35MPa, , Hmotnost – 0,355kg [18,19,20,21,22]

## 13. Doporučení pro navazující profese

### 13.1 Výroba hydromotoru

Při výrobě je nutné dodržovat všechny předepsané rozměry včetně jejich uvedených tolerancí. Bude-li nutné upravit nějaký zadaný parametr, smí tak učinit jen konstruktér na základě konzultace a případě i potřebných následných technických výpočtů. Tato změna bude následně zaznamenána do výkresové dokumentace a stvrzena podpisem.

Výrobu doporučuji provádět v prostředí s konstantní teplotou nejlépe okolo 20°C. Vstupní materiál by měl být uskladněn, nebo v dostatečném časovém předstihu umístěn ve stejném teplotním prostředí, aby vlivem rozdílných teplot nedocházelo k ovlivnění tolerančních a výrobních rozměrů.

Bude-li použita při výrobě chladicí emulze je nutné ji po ukončení operace odstranit z povrchu materiálu a zamezit tak následnému působení na vnější strukturu povrchu. Po ukončení výrobní operace je nutná následná kontrola na výskyt otřepů a případné hrany je nutné ojetlit.

## 13.2 Svářečské práce

Při svářečských pracích postupovat následovně.

Jako první přivařit vstupy tlakové kapaliny pro pádové ventily. Zajistit vyčištění a odmaštění vnitřního prostoru pístnice a vstupů pro přívod a odvod hydraulické kapaliny. Následně navařit spodní přírubu. Při navařování úchytných ok zajistit jejich správné natočení ve směru kolmém k ose vstupních otvorů tlakové kapaliny. Pro snadnější navaření ok v ose válce jsou tato oka vybaveny středícími čepy zapadajícími do předvrtaných děr v pístní tyči a dolní přírubě. Oko na pístní tyči přivařit až po úplné kompletaci hydraulického válce.

## 13.3 Zámečnické práce

Před kompletací hydraulického válce zkontrolovat vnitřní prostor pístnice neobsahuje-li cizorodá tělesa, jejíž přítomnost by mohla způsobit následné poškození hydromotoru. Zkontrolovat jednotlivé díly sestavy zda nevykazují jednoznačné známky poškození. Takovéto díly nepoužívat, nebo poškození odborně konzultovat pro případné další použití. Na usazení a montáži horní příruby pracovat tak, aby nedošlo při průchodu přes pístní tyč a kompletaci s pístnicí k poškození vodících a těsnících segmentů.

Při kompletaci napřed vložit těsnění do pístu, ten smontovat s pístní tyčí, vložit do pístnice, následně přes pístní tyč navléci horní přírubu s nasazenými těsníci a vodícími segmenty a tuto zašroubovat do pístnice.

### Montáž pístního těsnění K753

Nejprve přetáhnout kroužek z NBR. Vložit první vodící kroužek. Přetáhnout polyuretanový těsnící kroužek. Namontovat druhý vodící kroužek.[23]

### Montáž stíracího kroužku A31

Stírací kroužky A31 se montují do uzavřených drážek. Při montáži se tvarují oválně a nasadí se do drážky.[23]

### Montáž pístnicového těsnění 601

Jako pístnicová těsnění lze manžety typu 601 zasunout do uzavřených drážek.[23]



## Vodící pásy F506

Při zastřihávání potřebné délky pásků používat k tomu určené nůžky na vodící pásy. Zvolit rozměr vodícího pásu odpovídajícího zástavbě (šířka  $L1$  x tloušťka  $S$ ). Pokud je vodící pásek použit k těsnění pístní tyče, vložte vodící pásek na pístní tyč. Označte místo kde se pásek překrývá, označené místo posuňte paralelně zpět o spáru  $W$  3,5-5,0 mm. Přesný výpočet zjistíte pomocí vzorce  $(\phi d1 + S) \cdot \pi - W$  následně ustříhnete na této druhé značce. [23]

## 13.4 Elektrikářské práce

Při zapojení elektromotoru postupovat dle pokynů výrobce. Před prvním spuštěním zkontrolovat správnost odsměrování elektromotoru. Toto spuštění provést výhradně jen na dobu nezbytně nutnou.

## 13.5 Hydraulické práce

Pro sestavení pracovního okruhu a naplnění provozní kapalinou odvzdušnit hydraulický okruh, překontrolovat správnou funkčnost jednotlivých prvků a těsnost spojů. po naplnění hydraulického okruhu a jeho odvzdušnění překontrolovat stav hydraulické kapaliny v nádrži, zajistit její případné dolití. První vyzkoušení funkčnosti provést s prázdným kontejnerem.

## 13.6 Povrchová úprava

Povrchová úprava bude provedena pomocí základní a krycí barvy. Tato barva bude nanášena ručně za pomoci štětců, nebo stříkáním. Barvu vybere zákazník podle aktuální nabídky.

## 14. Návod na údržbu a obsluhu daného zařízení

### 14.1 Údržba

Údržbu provádí výhradně výrobce, firma k tomuto účelu sjednaná a řádně proškolená, nebo osoba k tomu řádně způsobilá a zaškolená výrobcem. Provozovatel může na základě zjištění doplnit chybějící hydraulickou kapalinu dané specifikace. Potřebné množství se zjišťuje pomocí olejoznaku umístěného na nádrži. V případě poškození vyměnit stávající propojovací hadice a potrubí za stejný typ popř. se stejnými parametry od jiného výrobce. Jakákoliv údržba musí být provedena za provozního klidu v nezatíženém stavu na řádně zajištěném a odpojeném mechanismu od elektrického proudu.

V případě poruchy hydraulického agregátu je provozovatel povinen o poruše informovat výrobce a on sjednává její odstranění dle vzájemné dohody.

Montáž provádět k tomu určeným nářadím, používat předepsané OOP (osobní ochranné pracovní pomůcky).

## 14.2 Obsluha

1. Spouštění zařízení se děje na ovládacím panelu umístěném podle požadavku zákazníka a na základě bezpečnostních předpisů. Obsluha musí být seznámena s návodem na použití a proškolená v oblasti hydraulických zařízení.

2. Před spuštěním je obsluha povinna zkontrolovat vizuálně stav zařízení, zda nevykazuje zjevné známky poškození a zda se v pracovním prostoru nevyskytuje překážka mající

za následek poškození či přetížení hydraulického mechanismu, jakožto i osoby vyskytující se v nebezpečném manipulačním prostoru či jeho blízkosti.

3. Po spuštění elektromotoru je vytvářen pomocí hydrogenerátoru tlak, vedený přes pojistný ventil k rozvaděči. Ten v základní poloze zajišťuje klidový stav mechanismu a vytvářený tlak je odváděn přes pojistný ventil. Pomocí ovládacích tlačítek na panelu a elektrického impulsu je zajištěno přestavení hydraulického rozvaděče, tím je přiveden potřebný tlak k spouštění či zvedání mechanismu.

4. Samotné zvedání či spouštění se provádí při trvalém stisknutí ovládacího tlačítka. Při jeho uvolnění dojde k zastavení mechanismu. Následným stisknutím tlačítka pro zvolený směr pohybu je možno pokračovat v daném pohybu, nebo změnit jeho směr.

5. Po ukončení vyklápění uvedeme kontejner zpět do základní výchozí vodorovné polohy a vypneme přívod elektrické energie k motoru.

6. Obsluha je povinna záměrně neznečišťovat jak prostor vstupu pístnice do tělesa, včetně pístní tyče, tak i okolí blízké pracovnímu prostoru. Nevystavovat hydromotor nadměrnému zatížení nad rámec jeho funkčních vlastností, teplotám, chemickému působení a jiným nepříznivým vlivům.

## 15. Závěr

V této bakalářské práci jsem se zabýval návrhem hydraulického mechanismu pro vyklápění kontejneru. Na začátku práce bylo nutné osvojit si různé druhy a používání kontejnerové techniky, její dělení, druhovou i materiální rozmanitost. Následně podle konkrétního zadání a používání kontejneru stanovit nejlepší způsob vyklápění tak, aby došlo k úplnému vysypání jeho vnitřního obsahu na předem stanovené místo.

K tomu jsem musel určit osu, přes kterou bude kontejner vyklápěn a vybrat z několika možných způsobu umístění hydraulických válců pro ovládání vyklápění a zvolit ten nejvhodnější, zajišťující správnou funkčnost, jednoduchost při ovládání, dobrou montážní a výrobní dostupnost.

Pomocí programu CAD a goniometrických funkcí jsem zjistil potřebné vzdálenosti pro výpočet sil potřebných k výsunu hydromotoru do dané polohy. Ze zadaných a vypočítaných parametrů jsem provedl potřebné výpočty důležité k určení rozměrů přímočarého hydromotoru, potřebného ovládacího tlaku, skladbu prvků pro daný hydraulický okruh. Po jejich následné volbě jsem je sestavil do funkčního celku zobrazeného na schématu okruhu.

V závěru je doporučení pro navazující profese, údržbu a obsluhu daného zařízení.

## 16. Použitá literatura

- 1) KŘIVDA, Vladislav, Jan FOLPRECHT a Ivana OLIVKOVÁ. *Dopravní geografie I.* 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita, 2006, 115, [27] s. ISBN 80-248-1020-4.
- 2) POLÁK, Jaromír, Aleš SLÍVA a Jiří PAVLISKA. *Dopravní a manipulační zařízení I.* 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2001, 99 s. ISBN 80-248-0043-8.
- 3) POLÁK, Jaromír. *Dopravní a manipulační zařízení II.* 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2003, 104 s. ISBN 80-248-0493-X.
- 4) POHL, CSC., Doc. Ing. Rudolf, Doc. Ing. Jan JETMAR, CSC.. *Úvod do dopravní a manipulační techniky: Návodů na cvičení.* 1. Vyd. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2000. ISBN 80-01-02237-4.
- 5) GESIARZ, Zdislaw a Alena TOBOLKOVÁ. *Kontejnerizace.* 1.vyd. Praha: SNTL-Nakladatelství technické literatury, 1980, 376s. DT 656.073.235.
- 6) DRAŽAN, Prof. Ing. František a Ing. Karel JEŘÁBEK, CSC. *Manipulace s materiálem.* 1. vydání. Praha: SNTL- Nakladatelství technické literatury, 1979,456s.
- 7) POHL, CSC., Doc. Ing. Rudolf. *Dopravní prostředky.* 1.vyd. Praha: Nadace Kristiána Josefa Willenberga, 1999,438s. ISBN 80-01-01811-3.
- 8) KREJCAR, Jaroslav. *Přepravní balení, ložení a fixace zboží.* Vyd. 1. Pardubice: Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, 1998, 163 s. ISBN 80-719-4191-3.
- 9) POLÁK, Jaromír a Aleš SLÍVA. *Dopravní a manipulační zařízení III.* 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2005, 133 s. ISBN 978-80-248-0963-2.
- 10) MEDELSKÁ, Viera, Petr JIRAVA, Dušan NOP a Jiří RONAJ. *Dopravné inžinierstvo.* 1. vyd. Bratislava: Alfa, 1991, 374 s. ISBN 80-050-0737-X.
- 11) KOPÁČEK, Jaroslav; PAVLOK, Bohuslav. *Tekutínové mechanismy.* 3. vyd. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2011. 156 s. ISBN 978-80-248-2405-5.
- 12) HYNEK, Ing. Miroslav. *Hydraulické mechanismy: zbierka príkladov.* 1. vyd. Košice: Edičné stredisko VŠT, 1987,141s.
- 13) PAVLOK, Ing. Bohuslav a Ing. Václav SIVÁK. *Hydraulické mechanismy: příklady pro cvičení.* 1. vyd. Ostrava,1980,166s.

### Internetové zdroje:

- 14) <http://is.muni.cz/do/ped/kat/fyzika/autem/pages/historie.html>
- 15) <http://koroptew.blogspot.cz/2009/10/historie-zeleznic-do-roku-1810.html>
- 16) [https://www.ereading.cz/nakladatele/data/ebooks/5499\\_preview.pdf](https://www.ereading.cz/nakladatele/data/ebooks/5499_preview.pdf)
- 17) [http://www.automobilrevue.cz/rubriky/truck-bus/historie/vznetove-motory-diesel-pod-kapotou\\_41120.html](http://www.automobilrevue.cz/rubriky/truck-bus/historie/vznetove-motory-diesel-pod-kapotou_41120.html)
- 18) Hydraulika. *www.argo-hytos.com* [online]. [cit. 2014-04-27]. Dostupné z: <http://www.argo-hytos.com/cz/vyroby.html>
- 19) Hydraulické hadice. *Http://www.gumex.cz* [online]. [cit. 2014-04-27]. Dostupné z: <http://www.gumex.cz/hydraulicka-hadice-%E2%80%93-flexor-lsn-r-lat-32035.html#popis-vyroby>
- 20) Zubová Hydraulická čerpadla. *www.jihostroj.com* [online]. [cit. 2014-04-27]. Dostupné z: <http://www.jihostroj.com/hydraulika/vyroby-program/zubova-hydraulicka-čerpadla/>
- 21) Elektromotory a Převodovky. *Http://www.motorgear.cz/* [online]. [cit. 2014-04-27]. Dostupné z: <http://www.motorgear.cz/>
- 22) Hydraulické systémy. *Http://www.hydroma.cz* [online]. [cit. 2014-04-27]. Dostupné z: <http://www.hydroma.cz/files/product/5/37/11832/data/006-10182n.pdf>
- 23) Hydraulické těsnění. *Http://www.hennlich.cz* [online]. [cit. 2014-04-27]. Dostupné z: <http://www.hennlich.cz/produkty/tesneni-hydraulicka-tesneni-obecne-technicke-informace-344.html>

## Seznam příloh

Příloha A – Funkční schéma hydraulického okruhu

B0040/H1.3

Příloha B – Specifikace prvků

B0040/H1-1.4

Příloha C – Motorová listina

B0040/ML1.4

Příloha D – Výkresy

Píst: B – 0040-2-1.3

Pístnice: B – 0040-1-1.3

Pístní tyč: B – 0040-0-1.3

Vstup tlaku: B-0040-0-2.4

Horní příruba: B – 0040-3-1.3

Dolní příruba: B-0040-1-2.4

Návarné oko: B-0040-1-2.4

Sestava Hydromotor: B-0040-0-1.3

Sestava oko: B-0040-4.4

Sestava Píst: B-0040-2.4

Sestava Válec: B-0040-1.3

Sestava Horní příruba. B-0040-3.3

Kusovník: B-0040-0-1.3

Příloha E- Grafy Tlakových ztrát filtru, brzdného ventilu, děliče průtoku, rozvaděče, jednosměrného ventilu, škrťacího ventilu.

Příloha F - Přiložené CD s obsahem diplomové práce a příloh